CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

# QUÍMICA E TECNOLOGIA

## AVANÇOS QUE MOLDAM O MUNDO CONTEMPORÂNEO

Atena Editora

Ano 2023

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2023

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA E ENGENHARIAS

Química e tecnologia: avanços que moldam o mundo contemporâneo


**Diagramação:** Ellen Andressa Kubisty
**Correção:** Jeniffer dos Santos
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga
**Revisão:** Os autores
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Q6 Química e tecnologia: avanços que moldam o mundo contemporâneo / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-2003-3
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.033231912

1. Química. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 540

**Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

**Atena Editora**
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

# DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

O e-book: “Química e tecnologia: avanços que moldam o mundo contemporâneo” é composto por seis capítulos de livros que investigaram: *i*) o desenvolvimento de metodologias ativas para o ensino de química e; *ii*) aplicação de fotocatalisador para degradação do corante azul de metileno em matrizes aquosas.

O primeiro capítulo se constitui em um trabalho de revisão sistemática da literatura (2015-2021) com ênfase no uso de Realidade Aumentada e Virtual, a fim de proporcionar maior significado no processo de ensino-aprendizagem em química e consolidar o desenvolvimento de habilidades e competências, conforme disposto na BNCC. O capítulo 2 apresenta os resultados do desenvolvimento de um jogo *Role Play Game* (RPG) com o intuito de auxiliar na construção do conhecimento de eletroquímica. Já o capítulo 3 propõe o desenvolvimento de uma metodologia ativa a partir da produção de xampu sólido proveniente de produtos naturais com abordagem de conhecimentos em química inorgânica e orgânica, despertando-se o protagonismo juvenil e a consciência cidadã dos estudantes.

O quarto capítulo apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta pedagógica a partir da abordagem do tema “óleos essências” para alunos do primeiro ano do ensino médio do IFSP/*campus* São José dos Campos. Os resultados demonstraram que os alunos apresentaram maior envolvimento com o tema e uma participação mais voltada para o protagonismo juvenil. O capítulo 5 aborda o tema “perfumes”, a fim de compreender os fenômenos presentes nos conteúdos de química no segundo ano do ensino médio. Os resultados indicaram que os alunos demonstraram maior compreensão e capacidade de debater os tópicos relacionados ao tema proposto. Por fim, o sexto capítulo apresenta a proposta de desenvolvimento de um fotocatalisador suportado em casca de pequi (*Caryocar Brasiliense Camb)* para a degradação do corante azul de metileno em presente em matrizes aquosas contaminadas. Os resultados demonstraram uma remoção total do corante a partir do fotocatalisador suportado em casca de pequi.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países, a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

# CAPÍTULO 1

# USO DA REALIDADE AUMENTADA E VIRTUAL NO ENSINO DE QUÍMICA NO BRASIL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

*Data de aceite: 01/12/2023*

**Glaylton Batista de Almeida**
Universidade Federal do Ceará
Crateús – CE
http://lattes.cnpq.br/5975856540837350

**Luciana de Lima**
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza – CE
http://lattes.cnpq.br/2967595851995266

**Francisco Herbert Lima Vasconcelos**
Universidade Federal do Ceará
Sobral – CE
http://lattes.cnpq.br/0512183585660835

**RESUMO:** Vários estudos têm relado entraves no que diz respeito à compreensão da disciplina de Química. Dessa forma, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) declara que as tecnologias podem ser configuradas como ferramentas para a construção do conhecimento em sala de aula. Uma dessas tecnologias em ascensão na literatura é o uso da Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV) que possuem a capacidade de tornar assuntos abstratos mais perceptivos aos sentidos do usuário. Nessa perspectiva, o objetivo desse trabalho é realizar uma revisão sistemática a partir de estudos empíricos sobre o uso dessas tecnologias no ensino de química no Brasil no período de 2015 à 2021. Com isso pretende-se fornecer uma visão geral de como a RA e RV têm sido exploradas, destacando aspectos positivos e negativos de sua implementação, e buscando relações com alguma fundamentação pedagógica e com o desenvolvimento de competências e habilidades disponíveis pela BNCC. Os resultados mostram que essas ferramentas se utilizadas de forma correta podem trazer diversos benefícios para a aprendizagem nas aulas de química. Porém, apesar do crescente número de publicações realizadas sobre a temática nos últimos anos, ainda não há uma difusão de forma homogênea desses estudos pelas regiões do país.

**PALAVRAS-CHAVE:** Realidade Aumentada. Realidade Virtual. Ensino de Química.

## THE USE OF AUGMENTED AND VIRTUAL REALITY IN CHEMISTRY TEACHING IN BRAZIL: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

**ABSTRACT:** Several studies have reported obstacles in terms of understanding the discipline of Chemistry. In this way, the National Curricular Common Base (BNCC)

declares that technologies can be configured as tools for the construction of knowledge in the classroom. One of these technologies on the rise in the literature is the use of Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) that have the ability to make abstract subjects more perceptive to the user's senses. Given the above, the objective of this work is to carry out a systematic review based on empirical studies on the use of these technologies in the teaching of chemistry in Brazil. With this, we intend to provide an overview of how AR and VR have been explored, highlighting positive and negative aspects of their implementation, and seeking relationships with some pedagogical foundation and with the development of skills and abilities available by the BNCC. The results show that these tools, if used correctly, can bring several benefits to learning in chemistry classes. However, despite the growing number of publications on the subject in recent years, there is still no homogeneous diffusion of these studies across the regions of the country.
**KEYWORDS:** Augmented Reality. Virtual reality. Chemistry teaching.

## INTRODUÇÃO

As tecnologias estão cada vez mais presentes em nosso cotidiano, impactando diretamente na forma como nos comunicamos e consequentemente, na forma como obtemos conhecimento. Diante disso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento normativo que define as "aprendizagens essenciais" que devem ser desenvolvidas na Educação Básica, dedica em seu texto uma parte para falar exclusivamente sobre os avanços das tecnologias da educação. O documento considera as tecnologias digitais como potenciais ferramentas para o desenvolvimento de atividades nas diversas áreas do conhecimento, nas práticas sociais e no mundo do trabalho (Brasil, 2016).

A BNCC declara que o aluno do Ensino Médio deve compreender os fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos e, para isso, a escola deve fazer com que o aluno compreenda e utilize conceitos de cunho científico e tecnológico, domine a linguagem científica e consiga aplicar o que aprendeu (Brasil, 2016). Diante desse cenário, faz-se necessária a inclusão de novas tecnologias no contexto educacional que possam contribuir para o desenvolvimento de habilidades e competências, para que dessa forma o aluno possa aplicar o que foi construído em sala de aula em outros momentos de sua vida.

Uma dessas tecnologias que têm sido muito utilizadas recentemente é a Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA). Segundo Filho e Dias (2019) por terem um grande potencial inovador no qual é possível a realização de diversas simulações imersivas tridimensionais, essas tecnologias podem ser configuradas como uma ferramenta educacional, gerando mais engajamento e motivação dos alunos, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais significativo.

Nesse contexto, podemos explorar a utilização desses recursos na disciplina de Química, visto que, trata-se de um componente curricular que possui assuntos com elevado nível de abstração, que requer do aluno algumas habilidades, como por exemplo,

a habilidade visuoespacial, que de acordo com Gilbert et al. (2008), trata-se de uma representação interna construída através de algo externo, essencial para a compreensão de modelos científicos, principalmente modelos químicos.

De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) um dos entraves para se compreender as Ciências da Natureza, em especial a Química, é que esta disciplina ainda é concebida de forma fragmentada e desconexa com a realidade do aluno, não utilizando de novas metodologias que vão além do livro didático. “Na essência parecem os mesmos conteúdos, nas mesmas séries, com pouca significação de conceitos que permitam estimular o pensamento analítico do mundo, do ser humano e das criações humanas” (Brasil, 2006).

Segundo as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), os maiores obstáculos encontradas por professores das disciplinas de Ciências da Natureza residem na dificuldade de trabalhar os conteúdos de forma contextualizada e interdisciplinar quando os assuntos envolvem situações e fenômenos altamente abstratos, considerados distantes da realidade do aluno.

Diante desta conjectura, este estudo questiona: A RV e/ou RA tem sido um tema recorrente no Ensino de Química na literatura de nosso país? Quais os assuntos mais contemplados? Quais são os benefícios apresentados? Quais os desafios/limitações para se utilizar a RA e RV nas aulas de química? Os trabalhos desenvolvidos utilizam alguma teoria de aprendizagem em sua estrutura? Sua implementação favorece o desenvolvimento de competências e habilidades mensuradas na BNCC?

Para responder a esses questionamentos, este estudo busca desenvolver uma revisão sistemática da literatura (RSL), apresentando os estudos que tratam da utilização da RA e/ou RV, com foco no Ensino de Química no Brasil, tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Superior. Para a obtenção dos estudos da RSL, foram utilizadas as bases de dados Periódicos da CAPES, Banco de Teses e Dissertações da CAPES e Google Scholar, e teve como intervalo de tempo os anos de 2015 a 2021, buscando quantificar e analisar os trabalhos que tratavam sobre RA e RV no Ensino de Química, para assim vislumbrar um mapeamento da área, delineando a possibilidade e a viabilidade de trabalhos futuros.

Nesse contexto, o objetivo do trabalho é apresentar uma visão geral dos estudos que abordam o uso da RA e RV no Ensino de Química, a partir de uma RSL, buscando suas potenciais aplicações em aulas de química, bem como suas relações com o desenvolvimento de competências e habilidades difundidas pela BNCC. Além disso, instigar e subsidiar professores a utilizarem essas tecnologias em sala de aula, e também fomentar pesquisas futuras com abordagem na temática apresentada.

Diante do exposto e da importância da temática, a qual trata do uso de RA e RV no Ensino de Química. A RSL apresentada se justifica pela necessidade de discussão acerca do tema em questão, visto que, como mencionado anteriormente, a química trata-se de uma disciplina com assuntos que possuem um elevado nível de abstração, de difícil

assimilação por parte do educando. O estudo almeja compreender como esses tópicos vêm sendo abordados na literatura e em sala de aula, bem como identificar as estratégias utilizadas pelos autores para aplicação dessas ferramentas e/ou metodologias.

Dessa maneira, este artigo foi divido em seis seções. A primeira seção apresenta a introdução do artigo com uma breve contextualização geral e específica do tema, assim como sua fundamentação legal, os questionamentos do estudo e as contribuições e motivações desta pesquisa sobre RA e RV no Ensino de Química. Na segunda seção serão relatados trabalhos relacionados com o estudo proposto, apresentando uma série de estudos que foram encontrados nas bases de dados mencionadas. A terceira seção apresenta a fundamentação teórica com uma breve revisão bibliográfica sobre a temática. A quarta seção descreve os procedimentos metodológicos aplicados para a coleta de dados, tais como: a definição das bases digitais científicas que serão pesquisadas, as palavras chaves e a *string* de busca, além dos critérios exclusão e inclusão. Na quinta seção, apresentamos os resultados da pesquisa com suas respectivas análises e discussões. Por fim, a sexta e última seção, dedica-se às considerações finais acerca da temática da pesquisa, suas limitações e trabalhos futuros.

## TRABALHOS RELACIONADOS

Mazzuko *et al*. (2021) realizaram uma RSL na qual identificaram que durante os anos de 2011 a 2020 a RA tem sido utilizada no Ensino de Química, em especial nos últimos três anos dessa pesquisa, em que houve um crescimento considerável de artigos relacionando essas temáticas. O trabalho dos autores foi realizado a partir de buscas em periódicos internacionais por artigos em língua inglesa, no qual foi verificado também que o assunto que tem sido mais contemplado é o de "Estruturas Moleculares", e que grande parte desses trabalhos tiveram como público alvo a Química na graduação.

Outra RSL foi realizada por Queiroz *et al*. (2019), porém essa revisão trata-se de aplicações da RA nas disciplinas das Ciências da Natureza. Esse estudo, que foi realizado buscando trabalhos entre os anos de 2009 a 2018 constatou que a Física é a disciplina mais abordada utilizando a tecnologia de RA, enquanto na disciplina de Química poucos artigos foram encontrados. Na RSL em questão, os autores apontam que a maior parte desses trabalhos envolvendo o uso da RA não foram aplicados em sala de aula.

Lima *et al*. (2020) também realizaram uma RSL tratando da aplicação da RA no Ensino de Ciências da Natureza, no qual analisaram trabalhos entre os anos de 2010 a 2018, e mais uma vez foi constatado o aumento de publicações envolvendo esse recurso tecnológico nos últimos anos, em especial nos tópicos da disciplina de Física. Outra contribuição dessa RSL foi quanto a avaliação desses conteúdos abordados com o uso da RA, que está sendo predominantemente uma avaliação qualitativa baseada em questionários e relatos dos sujeitos da pesquisa, os quais destaca a "motivação" como um diferencial da aplicação dessa tecnologia.

Os estudos relatados aqui demonstram que o uso da RA no campo educacional tem tido um avanço ao longo dos últimos anos, porém é notório a carência de estudos de RSL envolvendo RA na área de Ensino de Química. Diante disso, faz-se necessário o desenvolvimento desta pesquisa que tem como diferencial ser uma RSL de estudos brasileiros voltados para o uso da RA e RV especificamente para a disciplina de Química.

## REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Leite (2020), a RA é uma ferramenta que combina informações virtuais com objetos do mundo real, fazendo com que o usuário tenha a possibilidade de interagir com os dois espaços simultaneamente. Já a RV é um cenário criado por um computador que permite uma imersão do usuário em um ambiente tridimensional (3D) em tempo real, utilizando dispositivos multissensoriais (Kirner & Siscoutto, 2007).

Para Lopes *et al*. (2019) a RA pode ser entendida como um elemento virtual complementar ao mundo real que pode trazer diversas vantagens para a educação, pois seu elevado nível de interatividade contribui positivamente para o aprendizado dos alunos, já que nesse ambiente criado, o usuário tem a impressão de que os objetos virtuais gerados coexistem com o ambiente físico.

O dispositivo de RA funciona basicamente da seguinte forma, uma câmera é apontada para um objeto chamado de marcador, logo um código é transmitido ao programa que irá interpretá-lo, em seguida o *software* gera o objeto virtual e o devolve à cena real, havendo então a sobreposição do objeto virtual ao local ao qual a câmera foi apontada (Guimarães, Gnecco & Damazio, 2007).

Já a RV, de acordo com Kirner e Sisccouto (2007) é uma "interface avançada do usuário" por meio de *softwares* que permitem a navegação e interação em tempo real, como o deslocamento e a visualização de objetos em ambientes simulados virtualmente em três dimensões pelo computador. Essa tecnologia utiliza dos sentidos do usuário para enriquecer a interação, com isso, quem utiliza pode visualizar, escutar e até movimentar objetos em três dimensões.

Rodrigues e Porto (2013) definem RV de forma resumida como uma simulação da realidade gerada por um computador, e caracterizada por três fatores que se integram: a imersão, a interação e o envolvimento. A imersão é a capacidade de fazer o usuário sentir a sensação de estar dentro do ambiente, já a interação ocorre quando o computador reconhece comandos realizados pelos usuários e promove alterações em tempo real no ambiente virtual, e o envolvimento é a participação do usuário de forma ativa ou passiva em atividades nas simulações (Rodrigues & Porto, 2013).

Segundo Filho e Dias (2019) a implementação desse tipo de tecnologia na educação pode agregar diversos benefícios, isso porque essas ferramentas podem simular inúmeras situações muitas vezes complexas, auxiliando em uma visualização mais completa por

parte dos discentes, atraindo a sua atenção, tornando o assunto mais estimulante e possibilitando o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

Em componentes curriculares das Ciências da Natureza os benefícios da utilização desses recursos podem ser intensificados, isso porque elas podem substituir situações impossíveis de serem realizadas no ambiente escolar, seja por falta de recursos ou pelo nível de periculosidade ao manusear certos reagentes químicos, por exemplo. A RV e RA "apresenta uma oportunidade de aprender com uma situação real, mas artificialmente criada, facilitando a visualização e a sensação de interação com o foco do estudo" (Filho & Dias, 2019, p. 98).

Queiroz, Oliveira e Resende (2015) também dialogam sobre as vantagens da implementação dessa tecnologia na educação, para os autores, a RA pode ser configurada como uma ferramenta de grande ajuda ao professor, visto que, podem tornar assuntos abstratos cada vez mais concretos por meio de simulações que mesclam objetos virtuais com o mundo real, além disso, propiciam que o aluno desenvolva habilidades investigativas.

## METODOLOGIA

O método utilizado foi baseado na metodologia proposta por Kitchenham e Charters (2007) para Revisões Sistemáticas da Literatura, prática que visa reunir e revisar diversos trabalhos com o intuito de responder às questões propostas com um foco específico. Essa metodologia segue três fases principais, o planejamento, a condução e o relatório.

Esta RSL considera exclusivamente a busca automática, nesse sentido, as perguntas foram estruturadas de forma a se construir uma visão geral de como a RA e RV têm sido exploradas no Ensino de Química no Brasil (Questão Principal), identificando possíveis vantagens e limitações da sua implementação. No Quadro 1 podemos observar essas questões de pesquisa, divididas em questões principais (QP) e questões secundárias (QS) bem como suas motivações.

| Nº | Questão de pesquisa | Motivação |
|---|---|---|
| QP1 | Quais os benefícios apresentados ao se aplicar RV e/ou RA no Ensino de Química? | Explorar possíveis resultados atingidos com a aplicação dessa tecnologia em sala de aula. |
| QP2 | Quais os desafios, limitações para se utilizar a RA e RV nas aulas de química? | Identificar possíveis lacunas no que se refere a aplicação dessas ferramentas em sala de aula. |
| QP3 | O trabalho utiliza alguma teoria de aprendizagem em sua estrutura? | Averiguar se os recursos desenvolvidos utilizam algum fundamento teórico pedagógico. |
| QP4 | Sua implementação favorece o desenvolvimento de competências e habilidades mensuradas na BNCC? | Verificar se essas ferramentas são efetivas à luz da BNCC. |
| QS1 | A RV e/ou RA tem sido um tema recorrente no Ensino de Química na literatura de nosso país? | Investigar se o assunto em questão tem sido fonte de estudos no Brasil. |
| QS2 | Quais as regiões do Brasil com o maior número de trabalhos com essa temática? | Identificar quais regiões se destacam em pesquisas sobre essa temática. |
| QS3 | Quais os assuntos mais contemplados? | Detectar quais os tópicos em Química mais abordados com o uso da RA e RV. |

Quadro 1: Questões de pesquisa

Fonte: Os autores (2022).

Definidas as questões norteadoras da pesquisa partimos para a busca e seleção dos artigos a serem analisados. Para isso, foram realizados alguns testes prévios com algumas *strings* com o intuito de refiná-las para definir a *string* final, capaz de buscar estudos primários mais relevantes (Kitchenham & Charters, 2007). Essa *string* foi utilizada nos buscadores Google Scholar, Periódicos da CAPES e banco de Teses e Dissertações da CAPES, sendo composta por "Realidade Virtual", "Realidade Aumentada" e "Ensino de Química", utilizando os operadores booleanos OR entre os dois primeiros termos e AND para relacioná-los à última expressão

Essa busca preliminar retornou um total de 716 trabalhos, na sequência a pesquisa foi refinada utilizando critérios de inclusão e exclusão (Quadro 2) para filtrar os resultados e os restringir de forma a direcioná-los para o objeto de estudo. No primeiro filtro, mais geral, consideramos a língua portuguesa e o período entre 2015 e 2021, restando 441 trabalhos.

| Critérios de Inclusão | ID | Critérios de exclusão | ID |
|---|---|---|---|
| Língua de origem (Português) | CI1 | Trabalhos duplicados | CE1 |
| Período (2015-2021) | CI2 | Formato que não seja artigo/dissertação/ tese | CE2 |
| Local (Brasil) | CI3 | Artigo derivado de dissertação ou tese que já foi incluso. | CE3 |
| Artigos que contenham ao menos parte da string no título | CI4 | Trabalho de literatura cinza (não revisados por pares) | CE4 |

Quadro 2: Critérios de inclusão e exclusão

Fonte: Os autores (2022).

Em seguida foi aplicado mais um filtro utilizando os dois últimos critérios de inclusão mostrados no Quadro 2, o que resultou em apenas 27 trabalhos, que foram submetidos aos critérios de exclusão, restando ao final dessa triagem sete artigos e quatro dissertações (Quadro 3), que serão analisados e discutidos na seção seguinte, considerando as questões de pesquisa propostas inicialmente.

| ID | Título |
|---|---|
| T01 | Aplicativos de realidade virtual e realidade aumentada para o ensino de Química |
| T02 | Estudo da contribuição da realidade aumentada para o ensino de química nos cursos técnicos integrados ao ensino médio no IFG Campus Jataí |
| T03 | O uso da realidade aumentada no ensino de química sob a ótica de Bachelard: um obstáculo ou uma possibilidade? |
| T04 | Realidade Aumentada no Ensino da Química: Elaboração e Avaliação de um Novo Recurso Didático |
| T05 | Realidade aumentada no ensino de química: desenvolvimento de objetos virtuais para aplicativo smartphone como proposta de ensino de eletroquímica |
| T06 | Realidade virtual e aumentada: um relato sobre a experiência da utilização das tecnologias no Ensino de Química |
| T07 | MoleculAR: Simulador para o Auxílio no Ensino de Química Molecular para Estudantes da 1° série do Ensino Médio Usando Realidade Aumentada |
| T08 | Realidade virtual aplicada ao ensino de química |
| T09 | Realidade aumentada no ensino de química submicroscópica: alguns aspectos a serem considerados para o planejamento de atividades na educação básica |
| T10 | O uso do smartphone no desenvolvimento de modelos mentais dos alunos no ensino de Química: aplicativos de simulação virtual e realidade aumentada |
| T11 | Análise de aplicativos móveis de realidade aumentada, virtual e mista à luz da construção do conhecimento químico |

Quadro 3: Trabalhos selecionados

Fonte: Os autores (2022).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a seleção dos trabalhos relacionados (resumido na Figura 1), iniciou-se o processo de análise e extração de dados para se obter conclusões sobre as questões de pesquisa definidas, que serão discutidas quantitativamente e qualitativamente nas subseções seguintes.

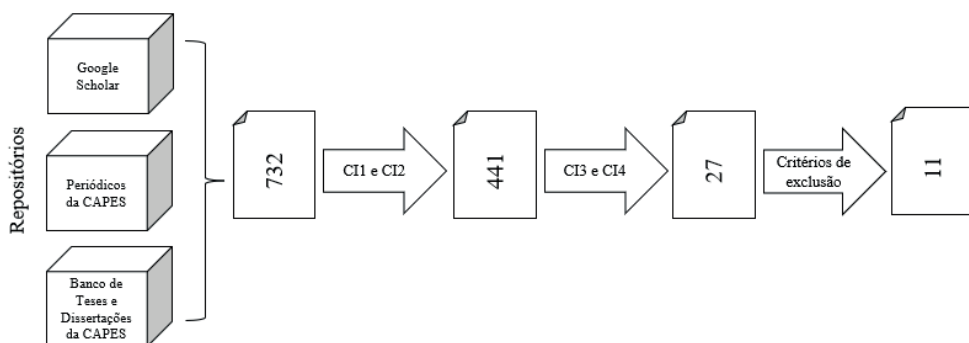



Figura 1: Processo de extração e seleção dos trabalhos

Fonte: Os autores (2022).

## ANÁLISE QUANTITATIVA DOS ESTUDOS

Nesta subseção é proposta uma análise quantitativa dos resultados da RSL, com o intuito de fornecer uma visão geral dos estudos com RA e RV no Ensino de Química no Brasil, apontando as regiões com mais estudos e os assuntos mais contemplados.

*QS1 - A RV e/ou RA tem sido um tema recorrente no Ensino de Química na literatura de nosso país?*

A partir da análise dos anos de publicação dos trabalhos selecionados foi possível observar um crescente aumento no número de trabalhos usando RA ou RV no ensino de química. Apesar de não haver publicações nos anos de 2016 e 2018, é perceptível que nos três últimos houve um aumento no número de publicações, como é possível verificar na Figura 2, sendo 2019 com 17% dos trabalhos, 2020 com 33% e 2021 com 25% das publicações, vale ressaltar, novamente, que a pesquisa foi realizada em outubro deste ano.

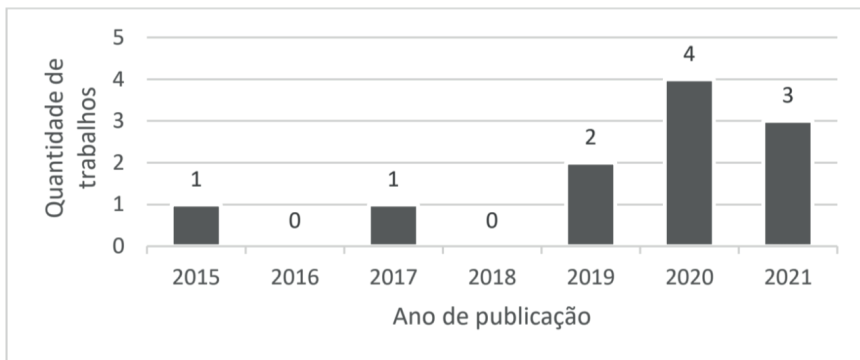



Figura 2: Quantidade de trabalhos por ano de publicação

Fonte: Os autores (2022).

*QS2 – Quais os assuntos mais contemplados?*

Os assuntos mais abordados nos trabalhos analisados foram Tabela Periódica, Estrutura Atômica, Ligações Químicas e Geometria Molecular que fazem parte da grande área Química Geral, no entanto, dois trabalhos saíram desse escopo, um abordando Isomeria que é um tópico da Química Orgânica (QP2), e o outro Eletroquímica, um assunto estudado em Físico-Química (QP5), porém, é válido mensurar que dentro dos trabalhos selecionados, havia estudos que avaliaram diversos recursos, podendo haver dessa forma mais de um tópico no mesmo artigo ou dissertação. É notório que os tópicos elencados nos trabalhos possuem um elevado nível de abstração por se tratarem de fenômenos que exigem uma compreensão de situações submicroscópicas, representadas por modelos químicos.

De acordo com Johnstone (1993), para compreender química é necessário que o aprendente entenda e consiga transitar entre as três dimensões específicas de conhecimento que essa ciência exige, a saber: dimensão macroscópica (composta pelos fenômenos observáveis), a submicroscópica (fenômenos em escala molecular) e a representacional (linguagem específica para representar os fenômenos químicos). Diante disso, o uso das RV e RV pode ser de fundamental importância visto que conseguem tornar as situações químicas mais concretas por meio de simulações e representações em três dimensões.

O que justifica a utilização dos *softwares* de RV e RA, que de acordo com Ferreira, Tarouco e Becker (2003) podem ter várias utilizações potenciais como, por exemplo, a visualização macro e microscópica, que tem como objetivo a observação de propriedades e objetos que são abstratos em escalas normais.

*QS3. Quais as regiões do Brasil com o maior número de trabalhos com essa temática?*

A Figura 3 mostra como os trabalhos estão distribuídos nas regiões brasileiras. É possível perceber que no Nordeste não houve nenhum estudo voltado para a temática de interesse, e a região Centro-oeste retornou apenas 9,9% do total dos trabalhos. Por outro lado, as regiões Norte, Sudeste e Sul foram as que mais publicaram sobre o temática desta RSL, com 18,2%, 27,3% e 45,4%, respectivamente.

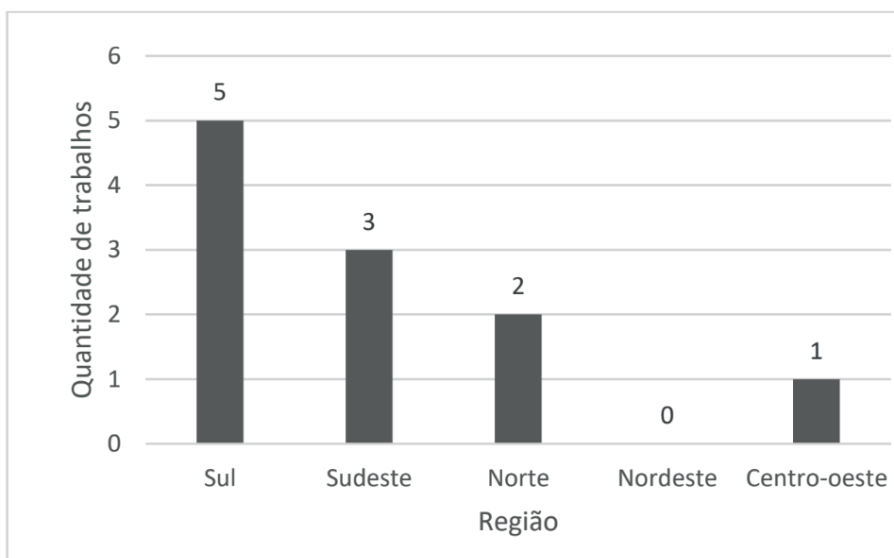



Figura 3: Quantidade de trabalhos por região

Fonte: Os autores (2022).

## ANÁLISE QUALITATIVA DOS ESTUDOS

Esta subseção aborda uma análise qualitativa dos onze trabalhos selecionados, apontando benefícios e possíveis entraves no que tange a implementação da RA e RV no Ensino de Química. Além disso, buscou-se por possíveis relações desses trabalhos com teorias pedagógicas e com o desenvolvimento de habilidades de acordo com a BNCC.

*QP1 - Quais os benefícios apresentados ao se aplicar RV e/ou RA no Ensino de Química?*

Dos onze trabalhos analisados, 100% consideraram alguma vantagem ou benefício ao se utilizar a RA e/ou RV no Ensino de Química, destacamos em seguida alguns trechos retirados desses materiais.

Aproximadamente 36,4% dos trabalhos apontaram como um ponto positivo ao se utilizar essas tecnologias à redução da abstração dos fenômenos químicos (T02, T03, T09 e T11) como podemos observar no trecho do T02 que menciona:

> T02: visualização dos objetos virtuais mais próximas da realidade e que permite aos alunos interagirem com o mundo digital.

Outro fator favorável que foi percebido em boa parte do material analisado é o grande potencial que essas ferramentas possuem em tornar as aulas mais dinâmicas e interativas, aumentando o interesse e a motivação dos discentes, evidenciado nos fragmentos do T04 e T08, respectivamente:

> T04: foi possível notar o interesse e motivação pela matéria depois de usado o material, tendo em vista que a inovação gerou maior interesse dos alunos, até então acostumados com os livros didáticos no dia a dia.

> T08: [...] pode contribuir com a inovação da educação, despertando o potencial dos alunos, [...] promovendo aulas mais dinâmicas, interessantes, participativas e conectadas com as tecnologias que envolvem a sociedade atualmente.

*QP2 - Quais os desafios, limitações para se utilizar a RA e RV nas aulas de química?*

Do total de trabalhos que foram explorados, 27,3% (valor aproximado) não fizeram apontamentos quanto a possível problemática que envolve o uso dessas ferramentas em sala de aula, já o restante expôs limitações que se diferem uns dos outros como, *bugs* nos *softwares*, ausência de uma estrutura mínima escolar, idioma, tempo usado para a preparação do material e problemas com os marcadores, visto que a impressão desse material deve ser feita utilizando produtos de qualidade, além disso, a iluminação da sala de aula pode atrapalhar na leitura desses marcadores.

Os marcadores são imagens impressas que são lidas pela câmera ou por outro processo que convertem a imagem para linguagem binária que é reconhecida pelo *software* que em seguida devolve à cena real o objeto 3D previamente construído (Guimarães, Gnecco & Damazio, 2007).

Outro ponto que vale a pena ressaltar é que a simples disponibilização dessas tecnologias aos alunos não garante uma efetivação da aprendizagem, destarte, cabe ao professor ser mediador do processo para evitar que sejam criados conceitos errôneos sobre o tema e consequentemente o desenvolvimento de obstáculos pedagógicos como destaca o T11:

> T11: Esses *apps* estão construídos de maneira que não apresentam características que promovam o estímulo crítico do usuário, ou seja, se utilizadas sozinhos, sem contexto, não proporcionam novas maneiras de interpretação de conceitos, bem como não instigam a pesquisar sobre determinado tema abordado, sendo que, sugestivamente, sua utilização em contexto educacional estaria profundamente atrelada à figura do professor, como o responsável pelo processo de aplicação e mediação.

*QP3 - O trabalho utiliza alguma teoria de aprendizagem em sua estrutura?*

Ao analisar se os trabalhos selecionados se baseiam em alguma teoria pedagógica, foi constatado que 72,7% dos artigos e dissertações analisados não fazem nenhuma

menção a qualquer teoria ou aos seus fundamentos. Dos outros 27,3% restantes, 18,2% não mencionaram uma teoria diretamente, mas foi verificado no corpo dos textos uma valorização dos conhecimentos prévios dos alunos ao iniciar as propostas trabalhando o novo tópico em cima desses subsunçores. O que corrobora com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, em que os novos conhecimentos são ancorados nos conhecimentos já existentes do aluno, o conhecimento prévio é um fator determinante para aprender com significado, essa aprendizagem é um resultado de um processo psicológico que relaciona o que o aprendiz já sabe, que são suas ideias "ancoradas", com o seu mecanismo mental individual para aprender (AUSUBEL, 2000).

Por outro lado, 9,1% (um artigo) utilizou a Teoria da Aprendizagem Significativa para fundamentar seu trabalho, como é possível observar no fragmento do T07:

> T07: [...] partindo deste pressuposto, o ***software*** de simulação pode auxiliar neste processo à medida que o conteúdo estudado será visualizado e que as informações já conhecidas serão como base cognitiva para o entendimento espacial e mais real do átomo.

*QP4 - Sua implementação favorece o desenvolvimento de competências e habilidades mensuradas na BNCC?*

Para a investigação dessa questão de pesquisa excluímos os trabalhos encontrados entre os anos de 2015 a 2018, visto que, a BNCC só foi instituída em dezembro de 2018 para o Ensino Médio. Dessa forma, apenas nove trabalhos foram analisados para a QP4, e desse novo montante aproximadamente 77,8% não fez nenhuma menção à BNCC e nem ao desenvolvimento de competências e habilidades.

Do restante, (22,2%), um trabalho contempla o desenvolvimento de habilidades ao se utilizar a RA e RV, porém não específicas tais práticas e nem as relacionam com a BNCC. Já outro trabalho menciona a Base no corpo do texto, mas não explora o desenvolvimento de competências e habilidades proposto pelo documento.

É possível concluir que apesar de a BNCC ser um documento normativo que deve ser uma referência obrigatória nos currículos da educação básica de ensino (pública ou privada), ainda não tem sido difundida em sua totalidade aos grupos de pesquisadores de Ensino de Química.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na presente RSL foram analisados 11 trabalhos que realizaram um estudo empírico sobre o uso da RV e RA como ferramentas para o Ensino de Química no Brasil. Entre as principais conclusões, foi constatado que a temática tem sido recorrente de estudos no país ao longo dos últimos anos, em especial 2020 e 2021 (ano em que foi realizado a RSL), principalmente nas regiões Sul e Sudeste, tendo como principal foco assuntos de química que envolve certo nível de abstração para compreensão: Elementos Químicos, Estrutura Atômica, Ligações Químicas, Geometria Molecular, Isomeria e Eletroquímica.

Outro ponto a se destacar é que essas ferramentas tecnológicas possuem a capacidade de tornar situações abstratas mais concretas e reais, o que pode servir de grande ajuda em aulas de Química, que muitas vezes exigem do aluno uma noção de construção mental de fenômenos. Além disso, esses recursos podem tornar as aulas mais dinâmicas e motivadoras, o que faz com que os alunos participem efetivamente do processo de construção da aprendizagem.

Quanto às limitações da RV ou RA foram poucas as situações encontradas, destacando apenas alguns problemas no que diz respeito aos marcadores, materiais a serem reconhecidos pelas câmeras dos dispositivos em que os *softwares* estão instalados. Também, a forma pelas quais esses dispositivos são utilizados em sala de aula, fazendo-se necessário uma efetiva mediação do professor nesses momentos. Outrossim, foi percebido que os trabalhos analisados, na sua grande maioria, não possuem de forma definida em sua estrutura uma teoria da aprendizagem como norteadora de ações, bem como não definem com clareza habilidades que podem ser desenvolvidas com a utilização dessas ferramentas à luz da BNCC.

Porém, é preciso considerar algumas limitações desta RSL, como por exemplo a restrição a apenas algumas bases de dados, e os critérios de inclusão e exclusão utilizados, podendo ocorrer de algum estudo relevante ter sido deixado de fora do estudo. Dessa forma, como trabalhos futuros sugere-se a expansão das bases de dados, modificações nos parâmetros de inclusão e exclusão, utilização de novas *strings* de busca, como também a possibilidade de realizar o mesmo estudo em bases de dados de outros países, a fim de confirmar e/ou expandir os resultados obtidos. Outra sugestão é que os próximos trabalhos desenvolvidos utilizem embasamentos teórico pedagógicos em sua estrutura para que essas ferramentas não sejam utilizadas apenas como um atrativo tecnológico, mas que tenham uma finalidade educacional.

## REFERÊNCIAS

Brasil. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF, 2016.

Brasil, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília, DF: MEC, 2006a.

Brasil. Secretaria de Educação Básica. Ministério da Educação. Orientações Curriculares para o Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF: MEC, 2006b. 135p.

Ferreira, Luís F., Tarouco, Liane R., Becker, Fernando (2003). Fazer e compreender na Realidade Virtual: em busca de alternativas para o sujeito da aprendizagem. *RENOTE*, 1(1) 1-11.

Filho, Paulo S., Dias, Rqueline S. (2019). Realidade virtual e aumentada: Uma metodologia ativa a ser utilizada na Educação. *Revista Com Censo*, 6(4), 94-101.

Gilbert, John K., Reiner, Miriam., Nakhleh, Mary (2008). Visualization**:** Theory and Practice in Science Education. Dordrecht: *Springer*, 326p.

Guimarães, Marcelo P., Gnecco, Brino B., Damazio, Rodrigo. Ferramentas para Desenvolvimento de Aplicações de Realidade Virtual e Aumentada. In: KIRNER, C.; SISCOUTTO, R. (org.). Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações. Petrópolis: *Editora SBC*, 2007. cap. 6, 108-128.

Johnstone, Alex H. (1993). The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-705.

Kitchenham, Barbara., Charters, Stuart (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Technical Report EBSE 2007-001, Keele University and Durham University Joint Report.

Kirner, Claudio., Siscoutto, Robson A. (2007). Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada. In: KIRNER, C.; SISCOUTTO, R. A. Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações. Porto Alegre: *Editora SBC*, cap. 2, 2-21.

Leite, Bruno S. (2020). Aplicativos de realidade virtual e realidade aumentada para o ensino de Química. *EDUCITEC*, 6, e097220.

Lima, Wilson. V. C., Nunes, Felipe., Herpich, Fabrício., Lobo, Cesar, O. (2021). Uma Revisão Sistemática da Literatura sobre Atividades Educacionais de Realidade Aumentada do Ensino de Ciências da Natureza. *TE&ET*, (29) 9-19. DOI: https://doi.org/10.24215/18509959.29.e1 .

Mazzuco, Alex, E. D., Krassmann, Aliane L., Bastiani, Ederson., Reategui, Eliseo B. (2021). Revisão de Literatura Sobre o Uso da Realidade Aumentada no Ensino de Química. *RENOTE*, 19(1), 402-412. DOI: https://doi.org/10.22456/1679-1916.118530.

Queiroz, Eduarda., Moura, Rafaéla., Souza, Ellen., José, Héldon., Albuquerque, Hidelberg O. (2019). A Aplicação de Realidade Aumentada no Processo de Ensino e Aprendizagem de Ciências da Natureza: Um Mapeamento Sistemático da Literatura. *Revista Tecnologias na Educação*, Minas Gerais, 30, 1-18.

Rodrigues, Jéssica P., Porto, Cristiane M. (2013). Realidade Virtual: conceitos, evolução, dispositivos e aplicações. *Interfaces Científicas*, 1(3). DOI: https://doi.org/10.17564/2316-3828.2013v1n3p97-109.

# CAPÍTULO 2

# DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO DE RPG ELETRÔNICO: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA

*Data de aceite: 01/12/2023*

**Chelry Fernanda Alves de Jesus**
Professora Doutora de Química do Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia (IFG), Campus Uruaçu, Uruaçu-GO

**Janderson José Salgado Nunes**[2]
Licenciado em Química pelo Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia (IFG), Campus Uruaçu Uruaçu-GO

**RESUMO:** Este trabalho descreve o desenvolvimento de um jogo *de Role Play Game* (RPG) eletrônico e didático, desenvolvido através da plataforma RPG *Maker MV* a partir do objetivo de auxiliar na construção significativa do conhecimento de química. Objetiva-se relatar o desenvolvimento e os processos de elaboração de um jogo capaz de mobilizar a compreensão de conhecimentos da Química e detalhar a viabilidade de criação de um game por parte de professores que não compreendem linguagem de programação. O RPG elaborado foi intitulado HELP e aborda uma tragédia com um avião, cujos sobreviventes ficam presos numa ilha e procuram meios de sair de lá. Para escapar, os jogadores devem utilizar conceitos da eletroquímica para a construção de uma pilha a partir de materiais encontrados na ilha, utilizando-a como fonte de energia elétrica para acionar um aparelho de comunicação encontrado por eles.

**PALAVRAS-CHAVE:** ensino de química, gamificação, jogo, Role Play Game

## DEVELOPMENT OF AN ELECTRONIC RPG GAME: A DIDACTIC PROPOSAL FOR THE TECHING OF ELECTROCHEMISTRY

**ABSTRACT:** This work presents the development of an electronic Role Play Game (RPG), developed through the RPG Maker MV platform, aiming to help in the significant construction of chemistry knowledge in order to understand the processes that permeate the creation of a game in its entirety. the feasibility of creating a game by teachers who do not understand language and programming. The RPG in question, called HELP, deals with a tragedy with a plane, where the survivors are trapped on an island and look for ways to get out of there, for that they will use electrochemical concepts to build a battery, from of materials found on the island, which will serve as a

source of electrical energy to activate a communication device found by them.
**KEYWORDS:** chemistry teaching, gamification, game, Role Play Game

## INTRODUÇÃO

O uso de jogos eletrônicos como ferramentas didáticas mobilizadas no contexto escolar possui o potencial de aproximar alunos e professores, principalmente em um contexto da chamada geração digital (HEIDRICH et al., 2022). Prensky (2021), em seus estudos sobre a sociedade da era digital, elabora os conceitos de nativos digitais e imigrantes digitais para evidenciar como vive-se numa época de contrastes motivados pela cultura digital. Segundo o autor, nativos digitais são todos aqueles que nasceram envoltos às mídias digitais, como a internet e os videogames, ou seja, são nativos desses ambientes. Por outro lado, os imigrantes são aqueles que nasceram numa geração anterior, ou seja, indivíduos que estão se adaptando a essas inovações tecnológicas e possuem, de certa forma, dificuldades na utilização e na exploração completa do potencial desses meios.

A geração digital apresenta, culturalmente, grande distinção da anterior: os sujeitos desse tempo cresceram em um mundo ágil e rápido, cuja produção e aquisição de informações acontece em alta velocidade. Nessa realidade, os nativos possuem modos particulares de agir, pensar, falar, comunicar e aprender (PRENSKY, 2021).

Nesse contexto, é importante observar que, diante de mudanças culturais tão significativas, os métodos escolares pouco apresentaram em termos de mudanças significativas que favorecessem o ensino da geração digital, que possui características de aprendizagem distintas daquelas em que a escola foi moldada (PRENSKY, 2021).

Veen e Vrakking (2009) afirmam que, atualmente, alunos e professores estão separados por uma barreira digital, reforçada por divergências da perspectiva do processo de ensinar e aprender. Alunos possuem uma linguagem digital em muitas vezes desconforme com a dos professores e, consequentemente, dos códigos apresentados pela escola.

Em vista disso e considerando o contexto dos jogos digitais, Kishimoto (2017) defende que a utilização de jogos é uma maneira de aproximar alunos e professores. Para o autor, o jogo é considerado um recurso eficaz na educação, capaz de proporcionar desenvolvimento e aprendizagem, motivando os alunos na superação dos obstáculos nos campos cognitivos e emocionais, além de oportunizar experiências positivas, despertando o interesse pelo conteúdo, estimulando a reflexão, a descoberta, a assimilação e promovendo uma melhor integração nas relações sociais. Meira e Blikstein (2020) corroboram com Kishimoto (2017), acrescentando que os jogos trabalham com a ludicidade.

De acordo com Soares (2015), o jogo exerce importante papel no processo de ensino e aprendizagem, configurando-se potencial ferramenta de suporte para os professores ao proporcionar aulas mais dinâmicas e propiciar resultados positivos entre os alunos por meio do divertimento e ensinamento, contribuindo significativamente ao desenvolvimento dos estudantes.

O uso de jogos no ensino de química é considerado recente, com início em meados da década de 70 (SOARES; GARCEZ, 2017). De lá para cá, foram desenvolvidos muitos jogos que auxiliam a aprendizagem, como jogos de memória, jogo de cartas, bingo, jogo de tabuleiro, dentre outros (MOREIR *et al.*, 2012; ROSA; ROEHRS, 2020, BENEDETTI *et al.*, 2021;). Nesse direcionamento, o uso de jogos de *Role Playing Game* (RPG) também fora inserido no ensino de química (CAVALCANTI; SOARES, 2009).

O RPG é um jogo de interpretação de papéis em que um dos participantes é designado como mestre ou narrador, atuando como aquele que conduz o jogo, direcionando quanto ao ambiente e auxiliando quanto às regras do jogo e ações dos demais jogadores (OLIVEIRA; ROCHA, 2020). No âmbito dos jogos de RPG desenvolvidos e aplicados no aprendizado de química, destaca-se o jogo de Souza *et al.* (2015), desenvolvido a partir da plataforma *RPG Maker* e cujo objeto de aprendizagem enfocava na conscientização e contextualização do ensino de química ambiental, abordando os temas chuva ácida, agrotóxicos, efeito dos metais pesados e efeito estufa.

Acrescenta-se o trabalho de Freitas *et al*. (2021), criadores de um jogo de RPG educacional que pode ser utilizado no ensino presencial ou remoto, de forma fixativa ou avaliativa. Esse estudo lúdico aborda a temática do modelo atômico de Bohr, linhas espectrais e números quânticos, a nível de Ensino Médio, representados dentro de uma aventura estelar.

Embora existam alguns trabalhos na literatura de desenvolvimento de jogos eletrônicos de RPG, a exemplo dos supracitados, percebe-se que ainda há muito a ser estudado e desenvolvido nesse campo. Diante dessa realidade, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver um jogo de RPG eletrônico voltado ao ensino de química, mais especificamente, mobilizando o conteúdo de pilhas. Buscou-se estruturar uma ferramenta didática capaz de contribuir para a construção significativa do conhecimento escolar de forma contextualizada, bem como compreender a viabilidade de criação de um game por parte dos professores e em vista de objetivos de aprendizagem.

Além do desenvolvimento do RPG eletrônico, potencial referencial de material didático para outros professores, o trabalho aborda a questão do desenvolvimento de linguagem e programação na formação inicial dos futuros professores a partir de *softwares* específicos para esse fim.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Anteriormente ao desenvolvimento do jogo, realizou-se um estudo bibliográfico de trabalhos publicados referentes ao desenvolvimento de jogos de RPG eletrônico voltados ao ensino de química. Assim, recorreu-se aos trabalhos de Melatti (2018), Mayer (2021) e Cavalcanti (2018), cujos pressupostos auxiliaram no planejamento e desenvolvimento do jogo.

Na etapa de planejamento do jogo, foi definido o tema, o conteúdo a ser abordado, os personagens que seriam utilizados, o cenário e o enredo. Foi colocado no jogo somente um personagem, um piloto de avião que sofre um acidente e cai numa ilha deserta (cenário). O jogador interpreta o papel do piloto e tem como missão descobrir uma forma de sair da ilha. Para isso, terá que encontrar um aparelho de comunicação e fazê-lo funcionar.

A trama da aventura está justamente em fazer o aparelho funcionar, visto que pedir socorro pelo aparelho é a única chance de escapatória. Para suceder, o jogador deve encontrar um livro, uma espécie de mago, que dará dicas de como utilizar metais que estão na ilha para construir uma pilha capaz de gerar energia elétrica e fazer o aparelho de comunicação funcionar. Dessa forma, o jogo exige conhecimentos relacionados ao tema de eletroquímica e, em específico, das pilhas.

O jogo foi desenvolvido levando em consideração aspectos didático- pedagógicos da aprendizagem, baseando-se na metodologia de aprendizagem de conhecimentos científicos permeados pela resolução de situações-problemas. Essa metodologia exige do aluno "utilização de determinados procedimentos que envolvam processos intelectuais, motivacionais e operatórios semelhantes aos processos seguidos em uma investigação científica" (LIMA *et al.,* 2018, p. 468).

O jogo foi pensado para ser aplicado como avaliação ou para reforçar conteúdos já vistos nas aulas anteriores de química. É direcionado ao público de estudantes do ensino médio. O conteúdo foi escolhido pensando em temas que não tivessem sido publicados em trabalhos anteriores, com vista em trazer algo novo para o ensino de química. Dessa forma, optou-se pelo tema da eletroquímica.

Além dos aspectos didáticos-pedagógicos, o jogo levou em consideração aspectos técnicos de linguagem e programação, baseando-se em um software mais acessível para pessoas que não entendem tanto de linguagem e programação, especialmente em vista das limitações de formação de desenvolvimento de software dos elaboradores, integrantes do curso de Licenciatura em Química.

Em vista disso, o desenvolvimento do jogo foi realizado na plataforma de criação RPG *Maker MV*, que possui uma metodologia simplificada na construção de jogos, utilizando-se de pouca programação do criador. RPG *Maker* é um software voltado à criação de jogos com gráficos 2D do gênero RPG, criado pela empresa japonesa ASCII no final da década de 1980. O programa conta com oito versões, todas baseadas no sistema operacional *Windows*. As últimas três versões são: RPG *Maker VX Ace*, RPG *Maker MV* e RPG *Maker MZ* (SOUSA, 2018).

Para este trabalho, foi utilizada a versão RPG *Maker MV*, lançada em 2015, totalmente em português e com melhorias como exportação do jogo final para várias plataformas, troca da linguagem de programação *Ruby* para a *Javascript* e preço acessível, características que tornaram essa versão uma das mais utilizadas atualmente. As principais versões podem ser adquiridas pelo site da *Steam*.

No desenvolvimento do jogo, também foram considerados os aspectos estéticos, procurando produzir uma interface mais atrativa para o jogador. Por fim, aspectos da usabilidade foram levados em conta. Esse aspecto trata da facilidade com que os usuários utilizam uma ferramenta. Quanto mais alta a usabilidade de um jogo eletrônico, mais simples é operá-lo. Ao final do desenvolvimento do trabalho, fez-se uma análise pessoal das dificuldades encontradas na criação do jogo e o que foi oportunizado na formação docente do desenvolvedor.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento do jogo foi pensado seguindo alguns pilares do *game design*. De acordo com Mattar (2010), usualmente o desenvolvimento de jogos digitais atravessa três fases essências: i) pré-produção, em que são feitos os planejamentos do jogo, à luz dos conceitos que serão abordados, o tipo e o conteúdo; ii) produção, momento em que ocorre a construção efetiva do jogo; iii) e pós-produção, etapa em que são feitos os procedimentos de testes e reparos nos erros encontrados.

Na fase de pré-produção, deu-se o processo criativo de elaboração da história do game, ancorada na jogabilidade e na abordagem educacional objetivada com a escolha do tema. Nesse segmento, foram coletadas e elaboradas as ideias gerais sobre como seria o jogo.

Para a produção, foi utilizado o programa RPG *Maker MV*, conforme já mencionado. Nessa fase, ocorreu a construção dos constituintes gráficos, sonoros e de jogabilidade. Nesse momento, todo planejamento do jogo, a incluir história, narrativa e objetivos educacionais, foi implementado dentro do programa, ganhando concretude e materialidade.

Na pós-produção, realizou-se extenso teste completo do jogo, buscando falhas em todas partes, visuais e interativas. Erros identificados foram ajustados e alguns aspectos foram adequados para melhor entendimento do jogo e da proposta pedagógica.

### Mapas do game

Para o projeto, foram elaborados três mapas dentro do jogo, um externo e dois internos. O mapa externo retrata a ilha em que nosso personagem está preso. A criação desse mapa utilizou somente recursos encontrados dentro do programa original. Com um ambiente de produção organizado, ressalta-se que o programa facilitou consideravelmente o processo de criação e composição de mapas. A figura 1 apresenta a tela do programa utilizado na criação da ilha. Na parte esquerda da figura, estão dispostos os pacotes de *tileset*, que possuem todos componentes de imagens para criação de mapas

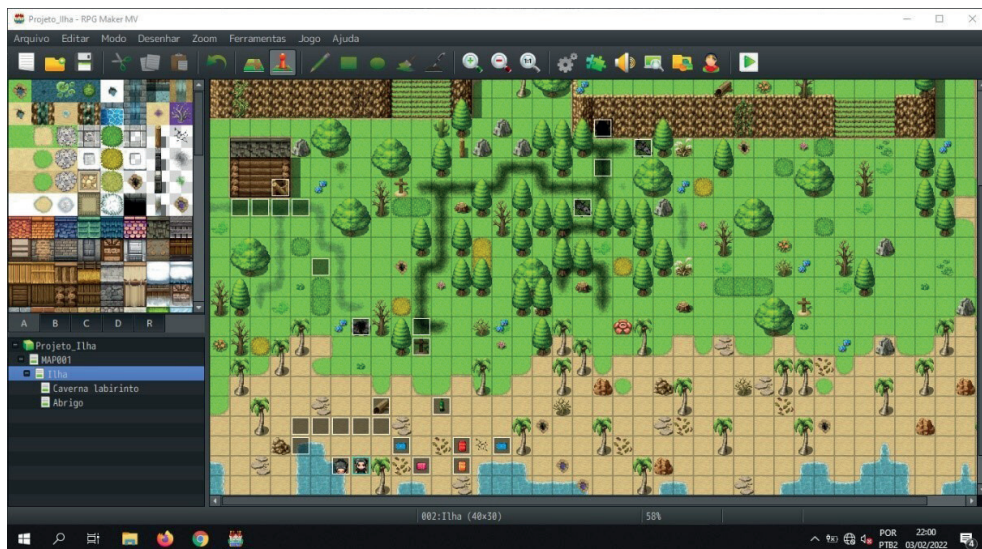



Figura 1. Tela de criação do mapa da ilha

Fonte: Os autores (2022)

No programa, ao iniciar a criação de um mapa, é aberta uma janela que oferece as configurações gerais, como nome do mapa, dimensões, biblioteca de *tileset* e mais. Um recurso muito importante é a escolha da biblioteca de *tileset*, pois de acordo com a escolha do ambiente interno ou externo, a composição dos *tilesets* é modificada, fornecendo recursos de criação adequados; por exemplo, um ambiente interno possui *tiles* de pisos, portas, janelas, móveis, objetos de decoração e outros.

A criação é feita por seleção: o desenvolvedor seleciona o objeto para compor o cenário no *tileset* e clica no local de escolha do mapa. Assim, de forma rápida, fácil e com criatividade, é possível criar os mais variados mapas sem qualquer conhecimento de programação. Os *tileset* são organizados em abas nomeadas por letras (a,b,c,d), conforme é possível observar na figura 2. Cada aba possui elementos diferentes para a construção dos ambientes do jogo.

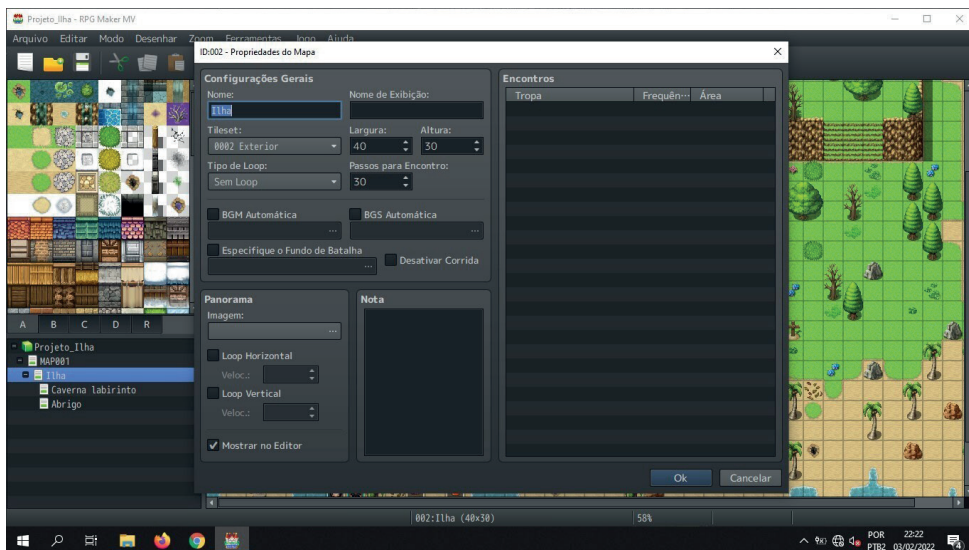



Figura 2. Tela de disposição do *tileset* da plataforma RPG *Maker MV*

Fonte: Os autores (2022)

O segundo mapa é o abrigo encontrado na ilha. Esse mapa foi feito com recursos de criação escolhido para interior e possui uma dimensão muito menor que a ilha. O cenário é constituído de objetos simples e rústicos, remetendo a coisas que seriam realmente encontradas ou construídas usando apenas os recursos da ilha. É nesse ambiente que o personagem encontra o aparelho que pode ajudá-lo a pedir socorro. A figura 3 apresenta o mapa do abrigo.

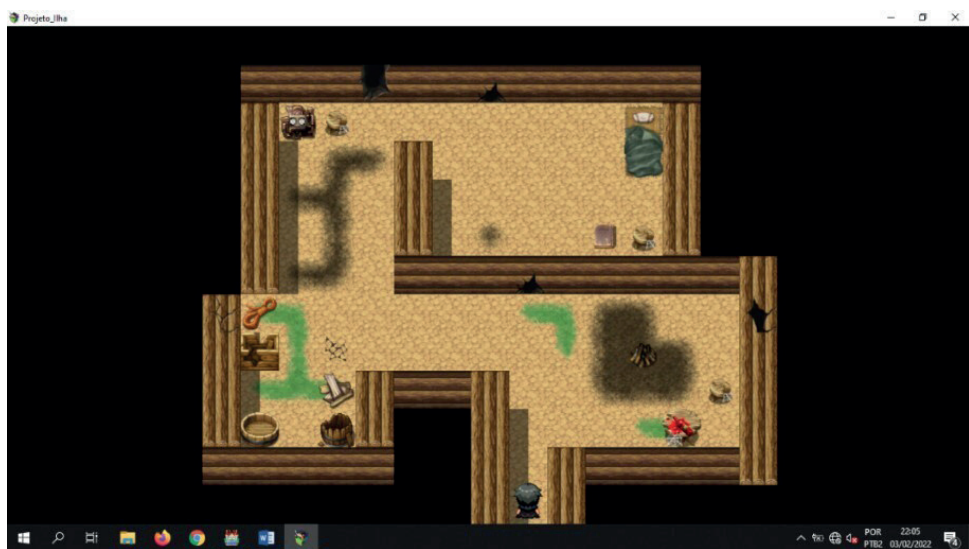



Figura 3. Mapa do abrigo

Fonte: Os autores (2022)

O mapa da caverna foi o terceiro mapa construído. Para fazê-lo, foram utilizados recursos de *tiles* do tipo calabouço, os quais forneceram diferentes possibilidades de composição em relação aos outros mapas, como formações rochosas, pisos rústicos de pedra, minerais, esqueletos e outros objetos que contribuem para ambientação adequada do mapa.

O mapa da caverna foi elaborado de forma que remetesse a um labirinto, com o objetivo de desafiar o jogador a explorar o ambiente, estimulando a encontrar o objeto de interesse. Também foram dispostos nesse mapa alguns objetos com eventos, ou seja, voltados à interação do personagem, como esqueletos, inscrições na parede e moedas de cobre. Essas moedas servirão como um dos metais que o jogador deverá utilizar para confeccionar uma pilha e acionar o aparelho de comunicação encontrado na cabana da ilha, permitindo o pedido de socorro. Na figura 4, consta o mapa da caverna e um exemplo de interação do personagem.

Figura 4. Mapa da caverna e exemplo de interação do personagem

Fonte: Os autores (2022)

## Enredo

O enredo do jogo o configura como um *RPG* de sobrevivência, iniciando-se

após uma falha no motor do avião que o personagem do jogo pilotava. Após a queda, ele consegue ver uma ilha adiante e nada até ela – enquanto seu avião afunda no mar.

A história começa com o personagem desacordado em uma ilha. Após retomar a consciência, ele percebe que está preso nesse lugar e precisa encontrar alguma forma de retornar à civilização. Com esse intuito, começa a explorar a ilha em busca de outras pessoas ou alguma forma de pedir socorro.

Conforme adentra no ambiente da ilha, sente uma horripilação, uma sensação de que a ilha é um local perigoso, o que logo fica mais evidente pelos barulhos de animais. Após algum tempo no local, o personagem – e o jogador que o interpreta – escuta um alto rugido que ecoa por toda ilha. Nesse momento, o personagem compreende a urgência de sua saída daquele ambiente, pois ali sua vida corre grande risco quanto à deriva em mar aberto.

Ao explorar a ilha, logo percebe sinais de presença humana, como resquícios de uma fogueira e um velho abrigo inabitado. Dentro do abrigo, encontra muitas evidências de que alguém viveu ali, assim como um dispositivo eletrônico que identifica como um aparelho para emitir um sinal de resgate. Encontrar o dispositivo causa motivação e esperança de resgate. Entretanto, após uma tentativa falha de ligar o dispositivo, constata-se a necessidade de uma fonte de energia elétrica para seu funcionamento.

No abrigo, o jogador também descobre um livro com anotações realizadas pelo antigo morador, uma espécie de mago do jogo. As anotações do mago auxiliam o jogador a guiar o personagem até os objetos necessários para criação de uma pilha, que fará fazer funcionar o dispositivo de comunicação encontrado. Assim, verificando velhas anotações no abrigo, entende-se que a pessoa que construiu o dispositivo também tinha ideias de como poderia gerar energia elétrica. Apossando das ideias de um estranho (mago/livro), o personagem sai em busca dos materiais necessários para a produção de energia elétrica, na confiança de que o aparelho funcione e consiga enviar um sinal de resgate.No decorrer da experiência, o jogador tem como missão encontrar dois metais, o alumínio e o cobre, constituintes da pilha.

## Criação de eventos

Após a criação dos mapas, foi iniciado o processo de interação e jogabilidade do game. Para essa etapa, o *RPG Maker MV* fornece uma janela para a implementação do sistema de eventos. Através dessa janela, é possível configurar a possibilidade do personagem efetuar uma ação, a exemplo de dialogar ou interagir com um objeto no jogo, entre muitas das opções interativas. Na figura 5, apresenta- se a tela do editor de eventos.

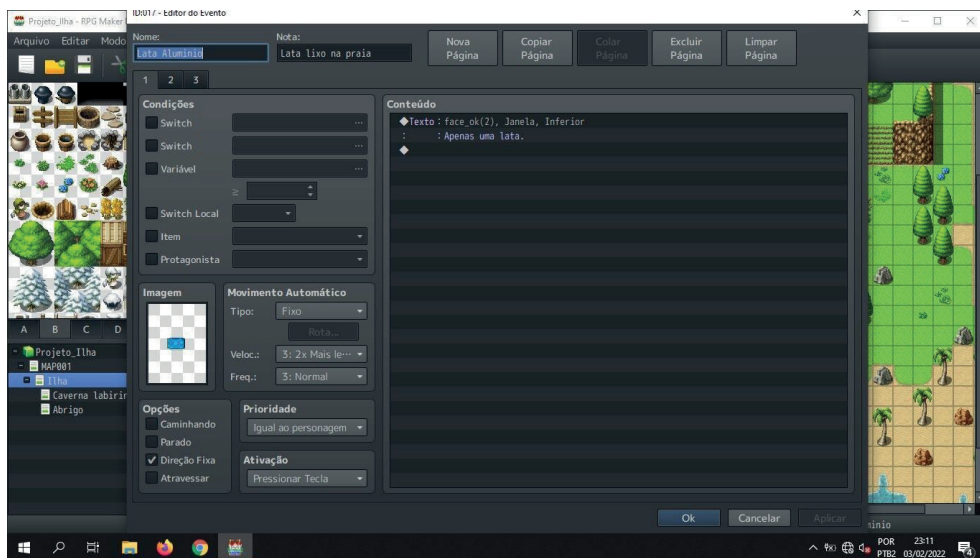



Figura 5. Tela do editor de eventos do jogo

Fonte: Os autores (2022)

No campo de conteúdo, presente na tela de edição de eventos da figura acima, são descritas e criadas a maioria dos eventos. Ao clicar duas vezes em uma linha é, aberta uma subtela (figura 6) de comandos por evento, em que são selecionadas todos as ações que vão compor o evento principal. Um evento pode conter vários comandos, como rotinas de variáveis e *switchs* – que são interruptores.

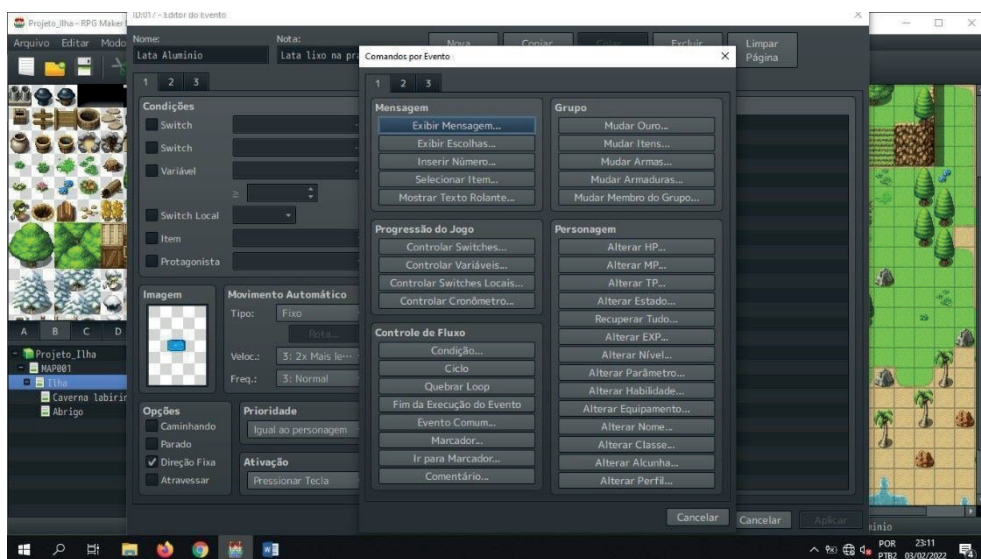



Figura 6. Tela de subcomandos para criar eventos

Fonte: Os autores (2022)

A criação de um comando em um evento é feita de forma simples, bastando selecionar o tipo de comando necessitado. Por exemplo, se o usuário quiser que um determinado objeto abra uma mensagem para interagir com o jogador, é preciso selecionar o comando "exibir mensagens" na tela de subcomando e, em seguida, fazer os ajustes necessários. O processo é concluído rapidamente, sem uso de conhecimento sobre programação. Processos similares ocorreram ao longo de toda criação do jogo, sendo necessário apenas uma simples compreensão sobre lógica de interruptores, variáveis e condições.

Os interruptores, ou *switches,* são basicamente chaves de liga e desliga que controlam eventos, convocam novos comandos e ações, podendo fazer ligações com outros eventos e possibilitando um amplo aproveitamento dos recursos – apesar da simplicidade. No jogo criado, por exemplo, há uma parte em que o personagem passa em determinado local e, em seguida, aparece um rato de passagem. Esse evento foi programado por meio da ferramenta de *switches*, correlacionando o evento caminhar com o surgimento do novo objeto – no caso, o rato.

As variáveis são usadas como uma espécie de banco de dados que armazenam informações numéricas, palavras e coordenadas, de modo que é possível criar condições que necessitem de cálculos ou comparações. Isso tudo possibilita o estabelecimento de condições interligadas para que ações ou eventos possam ocorrer.

Por fim, tem-se as condições, compreendidas como o recurso mais complexo dentre os mencionados. As condições agregam controles às funções vistas anteriormente – além de diversas outras. Dentro de comandos por evento, a seleção das condições abre uma nova tela, composta por quatro abas. A interface de condições agrega uma variedade de possibilidades para o desenvolvimento do jogo, como pode ser observado na figura 7. Essa tela incrementa ações com interruptor, variável, ramificações para abertura de outras condições e, nas abas seguintes, possibilita atribuir condições particulares ao protagonista, inimigos, itens e muito mais.

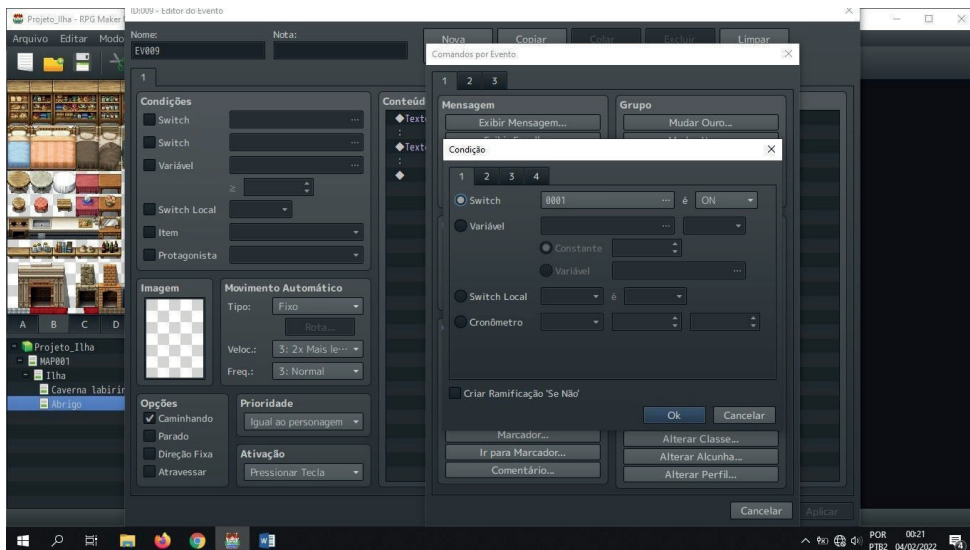



Figura 7. Tela de criação de condição

Fonte: Os autores (2022)

Apesar da facilidade de incrementar qualquer dessas ações dentro do jogo, em face da acessibilidade disposta pelo editor de eventos, essa tarefa pode se tornar muito complexa e exaustiva. Afinal, para a elaboração de uma boa interação, torna-se necessária a junção de todas as funções anteriores e o uso de várias páginas de eventos. A título de exemplo, a tela de eventos do aparelho de comunicação encontrado dentro do abrigo é composta por 5 páginas e muitos comandos.

## Conceitos químicos trabalhados no jogo

O tema abordado no jogo de RPG eletrônico construído foi a eletroquímica. A eletroquímica é o ramo da química que mobiliza o uso de reações químicas espontâneas para produzir eletricidade (pilhas e baterias) e o uso da eletricidade para forçar reações químicas não espontâneas a acontecerem (eletrólise).

No jogo criado, focou-se no conteúdo de pilhas. As pilhas são dispositivos que produzem corrente elétrica a partir de reações de oxirredução. Esse tipo de reação ocorre entre metais, em que um deles irá perder elétrons, sofrendo uma oxidação, e o outro receberá elétrons, sofrendo uma redução. As pilhas são constituídas de um polo positivo, conhecido como cátodo, em que ocorre a reação de redução, ou seja, a ganha de elétrons; e o polo negativo, conhecido como ânodo, em que ocorre a reação de oxidação, ou seja, há a perda de elétrons. Na construção do sistema de uma pilha, foi utilizada uma ponte salina que pode ser constituída de uma solução eletrolítica capaz de auxiliar na transferência de elétrons, portando-se como o meio pelo qual os elétrons cedidos pelo ânodo chegam até ao cátodo.

A integração dos conceitos de química dentro do jogo acontece de forma sutil, pautando-se em um princípio de naturalidade e ludicidade na aceitação da proposta pelo jogador. Depois de encontrar o abrigo e o aparelho, o jogador localiza as anotações feitas pelo mago. Nestas, inicia-se a inserção da proposta de ensino. Na figura 8, a imagem das anotações apresenta uma fila de reatividade dos metais, com as inscrições de obtenção de energia. O protagonista, em conjunto com o jogador que o interpreta, deduz a possibilidade de geração de energia a partir desses metais.

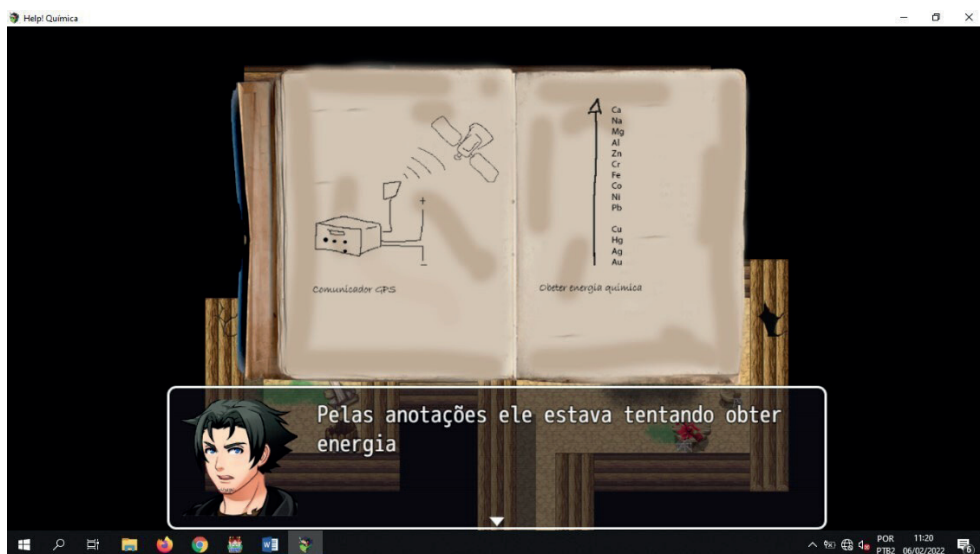



Figura 8. Imagem das anotações do mago

Fonte: Os autores (2022)

Após encontrar essas informações no livro do mago, é feito um questionamento quanto aos conhecimentos trabalhados no jogo: “A reação química espontânea, estudada em eletroquímica, em que há transferência de elétrons é?”. Essa pergunta tem com intuito possibilitar que o jogador (estudante) se recorde do conteúdo visto anteriormente em aulas de Química. Se o jogador selecionar a opção correta, é apresentado um diálogo que fornece as informações para reforçar o entendimento do assunto. Por outro lado, se a opção incorreta for selecionada, surge um outro diálogo que detalha a opção e esclarece a resposta correta.

Após essa etapa, o jogador é solicitado a iniciar uma aventura pela ilha na busca dos metais necessários para a confecção da pilha. Na praia, o jogador descobre que o lixo na areia contém latas feitas de alumínio, material que compõe a fila de reatividade dos metais encontrada no livro de anotações. Ao pegar a lata, o jogador adquire o item alumínio.

Dando sequência à procura de mais metais, o jogador se depara com uma garrafa que contém um mapa de um tesouro perdido. Visto que tesouros são feitos de metal, essa descoberta estimula o jogador na busca do novo item que o auxiliará na construção da pilha. O tesouro é composto por moedas antigas de cobre e está localizado dentro da caverna (mapa 3 do jogo). A figura 9 demonstra a tela do jogador ao encontrar o tesouro. Assim como na mensagem apresentada na captura do metal alumínio, se destaca na tela um ícone com o símbolo do elemento.

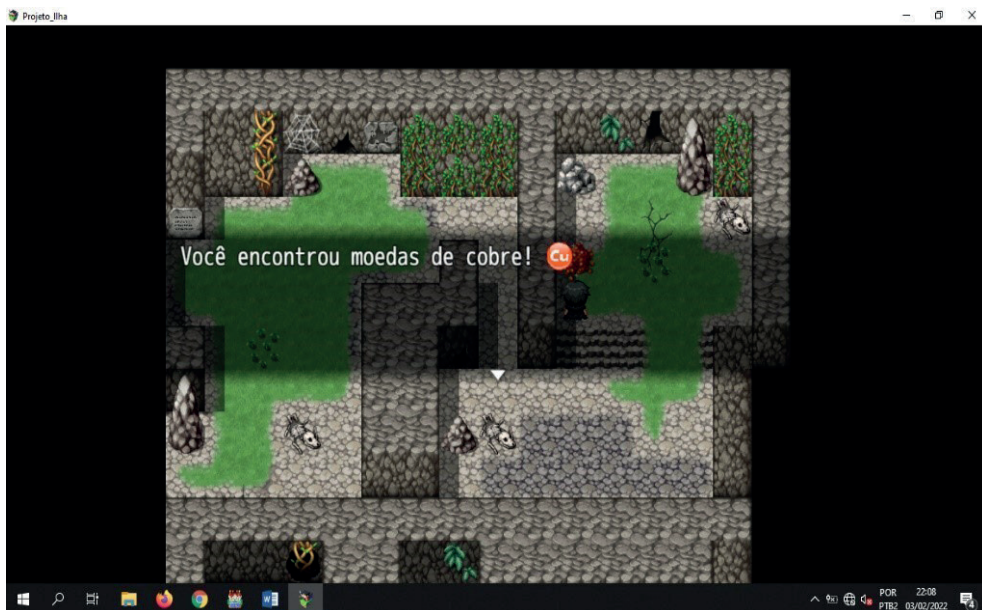



Figura 9. Tela do jogo obtenção das moedas de cobre

Fonte: Os autores (2022)

Após encontrar os dois metais, o jogador é convidado a voltar ao abrigo para um teste no aparelho. Nesse momento, a pilha não funciona. Explica-se ao jogador quanto à necessidade de uma solução que irá funcionar como ponte salina, capaz de auxiliar na transferência de elétrons. O jogador, a partir da compreensão de que a água do mar é rica em cloreto de sódio (NaCl), que é um sal, deverá voltar à praia para obtenção desse recurso.

Com auxílio de um coco encontrado na ilha, o jogador recolhe a água do mar e utiliza o recipiente para montar sua pilha, conjuntamente com os metais cobre e alumínio encontrados na aventura. Com a pilha pronta, o protagonista volta ao abrigo para fazer um teste no aparelho. Para que o aparelho ligue, um último desafio é apresentado ao estudante: selecionar qual metal do sistema construído sofre oxidação. Ao selecionar o item correto, surgem informações sobre o assunto, reforçando conceitos da química. A partir disso, o jogador consegue fazer com que o aparelho entre em funcionamento.

O jogo termina quando o sinal de resgate é enviado para a equipe e nosso protagonista (jogador) se dirige à praia na esperança de voltar para casa. Assim, os objetivos do jogo são concluídos e a aventura chega ao fim.

Para conferir o jogo desenvolvido, basta acessar o link: https://drive.google.com/file/d/1--O-uC-GclA33hPeFQFrPUI30og59pMf/view? usp=sharing.

## CONCLUSÃO

O conceito da programação, no que diz respeito à criação de softwares e aplicativos, vai além da simples construção de códigos por parte do programados, visto que auxilia a capacidade de expressar ideias e formalizar o raciocínio lógico, além de ensinar noções de causa e efeito. Com ferramentas cada vez mais acessíveis, professores de diversos campos e contextos podem ser capazes de criar ferramentas digitais com os mais variados usos didáticos, mobilizando o foco, a disciplina e a criatividade.

Em um mundo cada vez mais conectado e globalizado, utilizar novas ferramentas tecnológicas, de maneira a integrar a formação pedagógica, é uma forma de aproximar o professor da geração digital ao qual os estudantes pertencem. No âmbito escolar, professores passam a repensar métodos de aprendizagem, construindo novas formas de utilizar a informática como novo recurso de desenvolvimento dos alunos. Nesse sentido, faz-se necessário estimular a elaboração de cada vez mais materiais didáticos interativos, digitais e ancorados em uma perspectiva lúdica de aprendizagem – a exemplo do jogo apresentado.

## REFERÊNCIAS


BENEDETTI FILHO, E.; CAVAGIS, A. D. M.; SANTOS, K. O dos S.; BENEDETTI, L.P dos S. Um jogo de tabuleiro envolvendo conceitos de mineralogia no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 43, n.2, 2021. DOI: 10.21577/0104- 8899.20160242

CAVALCANTI, E.L.D. **Role playing game e ensino de química.** Capa comum. Curitiba: Editora Appris**,** 2018.

CAVALCANTI, E.L.D; SOARES, M.H.F.B. O uso do jogo de roles (roleplaying game) como estratégia de discussão e avaliação do conhecimento químico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.8, n.1, p. 255-280, 2009.

FREITAS, L.C.L.; COSTA, W.L.; SITKO, C.M.; CHAGAS, M.L.; RPG educacional para o ensino de Química, Física e Astronomia: a aventura estelar.**Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19670>. doi: 10.33448/rsd-v10i11.19670

HEIDRICH, R.A.;ALMEIDA, C.M.M.; BEDIN, E.; Observações e práticas pedagógicas de química baseadas nas tecnologias digitais no ensino médio. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista–ENCITEC**, v. 12, n. 1, p. 167-185, 2022.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. São Paulo: Cortez editora, 2017. E-book. Disponível em: https://books.google.com.br/books? id=On02DwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false, Acesso em: 11 maio 2022.

LIMA, F.S.C.; ARENAS, L. T.; PASSOS, C.G.; A metodologia de resolução de problemas: uma experiência para o estudo das ligações químicas. **Química Nova**, v. 41, p. 468-475, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170179>. doi: 10.21577/0100-4042.20170179

MATTAR, J. **Games em educação: como os nativos digitais aprendem**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MAYER, R. J. S. **Connelement**: **um jogo educacional digital para o ensino da composição de substâncias químicas**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Informática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2021.

MEIRA, L.; BLIKSTEIN, P.; **Ludicidade, jogos digitais e gamificação na aprendizagem**. Porto Alegre: Penso Editora, 2020.

MELATTI, G. C. **O RPG eletrônico: uma atividade lúdica voltada para o ensino de cinética química no ensino médio**. 2018. 132 f. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

MOREIRA, F.B.F; COSTA, M.V.O; BARBOSA, E.M; BERTINI, L.M. Bingo químico: uma atividade lúdica envolvendo fórmulas e nomenclaturas dos compostos. **Holos**, v 6, n.28, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/ 10.15628/holos.2012.1015>. doi: 10.15628/holos.2012.1015

OLIVEIRA, A.B.; ROCHA, J.D.T.; Reflexões acerca do roleplaying game (rpg) na educação: potencialidade cognitiva. **Multidebates**, v. 4, n. 2, p. 114-124, 2020. Disponível em: < https://revista.faculdadeitop.edu.br/index.php/revista/article/view/244/195>. Acesso em: 09 maio 2022.

PRENSKY, M.; **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: editora Senac, 2021.

ROSA, A.S.; ROEHRS, R.; Aplicativos móveis: algumas possibilidades para o ensino de Química. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e33984955- e33984955, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/ 10.33448/rsd-v9i8.4955>. doi: 10.33448/rsd-v9i8.4955

SOARES, M.H.F.B.; **Jogos e atividades lúdicas para o ensino de química**. Goiânia: Editora Kelps, 2.ed, 2015.

SOARES, M.H.F.B; GARCEZ, E.S.C.;Um estudo do estado da arte sobre a utilização do lúdico em ensino de química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 183-214, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.28976/1984- 2686rbpec2017171183>. doi: 10.28976/1984-2686rbpec2017171183

SOUSA, R.F.C.;**O software RPG Maker e a construção do jogo Apolo: Uma experiência com professores de Matemática**. 2018. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

SOUZA, T.V.P.; SOUZA, É.V.P.; SILVA, T.N.; SILVA, D.M.; RIBEIRO, M.E.N.P.; Proposta educativa utilizando o jogo RPG Maker: Estratégia de conscientização e de aprendizagem da química ambiental. **Holos**, v. 8, p. 98-112, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/ 10.15628/holos.2015.1844>. doi: 10.15628/holos.2015.1844

VEEN, W.; VRAKKING, B.; **Homo Zappiens, Educando na Era Digital.** Porto Alegre: Artmed, 2009.

# PRODUÇÃO ARTESANAL DE UM AGENTE DE LIMPEZA CAPILAR COMO INSTRUMENTO CONTEXTUALIZADOR NO ENSINO DE QUÍMICA

*Data de submissão: 09/11/2023*

*Data de aceite: 01/12/2023*

**Karina Beatriz Almeida de Lemos**
Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro - RJ
https://l1nq.com/jUmgm

**Carlos Augusto Vidotto**
Universidade Federal Fluminense
Niterói – RJ
https://encr.pw/gnmvv

**Anatalia Kutianski Gonzalez Vieira**
Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Ciências da Natureza
Rio de Janeiro - RJ
https://bityli.cc/tRS

**Tiago Savignon Cardoso Machado**
Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Ciências da Natureza
Rio de Janeiro - RJ
https://bityli.cc/Gup

**Barbra Candice Southern**
Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Matemática e Desenho
Rio de Janeiro - RJ
https://bityli.cc/IhP

**José Carlos Pelielo de Mattos**
Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Ciências da Natureza
Rio de Janeiro - RJ
https://bityli.cc/bpV

**Waldiney Cavalcante de Mello**
Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Ciências da Natureza
Rio de Janeiro - RJ
https://bityli.cc/bqt

**Elizabeth Teixeira de Souza**
Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Ciências da Natureza
Rio de Janeiro - RJ
https://bityli.cc/uwD

**RESUMO:** O Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) é um estudo comparativo realizado a cada três anos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). O PISA oferece informações sobre o desempenho dos estudantes na faixa dos 15 anos em leitura, matemática e ciências com o objetivo de melhorar a qualidade da aprendizagem. Verificou-se que em 2015, que menos de 1% dos estudantes brasileiros

atingiu os dois níveis mais elevados da escala de proficiência em ciências. Nos países da OCDE o percentual de estudantes nesses níveis ultrapassou 7%. Alunos da Educação Básica há anos possuem dificuldades no aprendizado em Química, e como relacioná-la ao cotidiano de maneira a agregar seu desenvolvimento como ser humano e estudante. Diante disso, faz-se necessária uma reestruturação de práticas escolares em relação aos docentes a fim de estabelecer metas traçadas buscando a constante evolução do estudante, com atividades lúdicas, práticas laboratoriais, desafios, entre outros. O presente trabalho, com intuito de incentivar o protagonismo do aluno, propõe uma abordagem experimental, com ferramentas metodológicas capazes de fomentar o desenvolvimento motivacional do estudante ao contribuir diretamente para uma aprendizagem efetiva por meio da produção de xampu sólido com produtos naturais relacionando com a Química a partir das composições. Além de abordar conteúdos da Química Orgânica e Inorgânica, o estudante irá obter conhecimentos de mundo diante da importância e vantagens do uso deste cosmético a partir da não utilização de plásticos e sua elevada durabilidade, fomentando uma consciência cidadã.
**PALAVRAS-CHAVE:** metodologias de ensino; experimentação; sustentabilidade; CAp-UERJ.

**ABSTRACT:** The Programme for International Student Assessment (PISA) is a three-year comparative study by the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). PISA provides information on the performance of 15-year-old students in reading, mathematics and science with the aim of improving the quality of learning. In 2015, less than 1% of Brazilian students reached the two highest levels on the science proficiency scale. In OECD countries, the percentage of students at these levels exceeded 7%. For years, primary school students have struggled to learn chemistry and how to relate it to everyday life in a way that adds to their development as human beings and students. In view of this, it is necessary to restructure school practices in relation to teachers in order to set goals aimed at the constant evolution of the student, with playful activities, laboratory practices, challenges, among others. In order to encourage students to play a leading role, this work proposes an experimental approach, with methodological tools capable of fostering students' motivational development by contributing directly to effective learning through the production of solid shampoo using natural products and relating the compositions to chemistry. As well as covering Organic and Inorganic Chemistry content, the student will gain world knowledge about the importance and advantages of using this cosmetic because it doesn't use plastics and is highly durable, fostering citizen awareness.
**KEYWORDS:** teaching methodologies; experimentation; sustainability; CAp-UERJ.

## INTRODUÇÃO

A Química tem sido uma ciência fundamental para o desenvolvimento da humanidade há séculos. Através do estudo da Química, os seres humanos têm sido capazes de compreender a composição dos materiais e elementos naturais que os rodeiam, permitindo-lhes criar novos materiais e produtos, desenvolver novas tecnologias e avanços médicos. Além disso, a Química é uma ciência interdisciplinar que se conecta a

muitas outras áreas do conhecimento, como a Física, Biologia, Matemática e Engenharia. Através dessa conexão, a disciplina permite a criação de novas tecnologias e soluções para os desafios que a humanidade enfrenta em relação à saúde, energia, meio ambiente e mudanças climáticas (ZUCCO, 2011).

A Química enfrenta grandes dificuldades em relação ao processo de ensino e aprendizagem, especialmente quando se trata de conteúdos considerados mais complexos e abstratos. A falta de contextualização dos conteúdos com a vivência dos alunos pode ser um obstáculo significativo para o aprendizado efetivo. É fundamental que os professores busquem formas de relacionar os conteúdos com o cotidiano, enfatizando a importância da química na resolução de problemas reais, transmitindo o conhecimento de forma clara e acessível, com ênfase em estratégias (FINGER; BEDIN, 2019).

A abordagem de metodologias tradicionais, baseada em aulas expositivas e exercícios, ainda é expressiva nas escolas brasileiras fazendo o processo ser monótono e pouco estimulante, levando muitas vezes à desmotivação e ao desinteresse pelas disciplinas. As metodologias ativas, por outro lado, incentivam o aluno a se tornar um protagonista do seu próprio processo de aprendizagem, baseando-se em atividades práticas, discussões em grupo e experimentações que envolvem o aluno de forma mais ativa e efetiva no processo de aprendizagem. Ao utilizar tal metodologia em Química, os estudantes são capazes de relacionar a teoria com a prática e com situações cotidianas, o que torna o aprendizado mais significativo e estimulante, incentivando o raciocínio crítico, criatividade e habilidades fundamentais para a resolução de problemas (MATOS; MAZZAFERA, 2022).

Para que o professor possa pensar em diferentes meios de avaliações e novas propostas pedagógicas que promovam a aprendizagem significativa e o protagonismo do aluno, é importante considerar o projeto político pedagógico da escola, que define as diretrizes e objetivos da instituição de ensino, bem como as estratégias para alcançá-los. Diante de tal documento, será possível realizar a identificação de quais são as prioridades da instituição em relação ao ensino de química, juntamente com as competências e habilidades que se espera que os alunos desenvolvam nessa disciplina (VALE, 2020).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) prevê competências que são definidas em termos de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores que permitam solucionar e analisar atividades relacionadas ao cotidiano. Na área de Ciências da Natureza no Ensino Médio destaca-se que o aluno deve ter oportunidades de construção de conhecimentos específicos e pensamento crítico, compreendendo seus aspectos fundamentais, suas relações, interações e aplicações, bem como sua importância para a compreensão do mundo e para a vida em sociedade. Diante do exposto, é necessário que a escola possua competências específicas, com habilidades que necessitam ser alcançadas durante o processo, podendo-se citar a competência específica 1:

> Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global. (BRASIL, 2018, p.540)

As metodologias ativas de aprendizagem buscam colocar o estudante no centro do processo educativo, permitindo que ele seja o protagonista de sua própria aprendizagem. O professor se torna um mediador e facilitador, auxiliando os alunos a construírem seu conhecimento através da problematização de situações reais e significativas para eles. Dessa forma, o aluno desenvolve habilidades cognitivas importantes para sua formação integral, como a criatividade, colaboração e resolução de problemas. Além disso, essa abordagem pedagógica possibilita que o estudante tenha uma visão mais crítica e reflexiva do mundo, contribuindo para a sua formação como cidadão consciente e participativo (SOUZA; IGLESIAS; PAZIN-FILHO, 2014).

Segundo Maggioni (2021), a realização de experimentos em laboratório é uma atividade muito enriquecedora para a aprendizagem dos estudantes na área de ciências. Além de desenvolver habilidades práticas, como a manipulação de equipamentos e substâncias, o aluno é estimulado a levantar hipóteses, analisar dados, interpretar resultados e elaborar relatórios, ou seja, aprender o método científico. Tudo isso contribui para a formação de uma visão crítica e reflexiva sobre o conhecimento científico, assim como para a conscientização sobre a importância da preservação do meio ambiente e da ética no tratamento de resíduos. Dessa forma, é possível construir uma sociedade mais consciente, crítica e responsável.

## COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DOS CABELOS

A fibra capilar é composta principalmente de proteínas de queratina, que são produzidas pelas células epiteliais do folículo piloso. A queratinização é um processo em que as células epiteliais perdem seu núcleo e se enchem de queratina, formando assim as unidades estruturais da fibra capilar: a cutícula, camada externa, composta por escamas sobrepostas que protegem o cabelo e regulam a absorção de umidade. O córtex, camada intermediária, é responsável pela força e elasticidade do cabelo. Por fim, a medula, presente no núcleo central, mas nem todos os cabelos a possuem. Possui uma estrutura cilíndrica e sua função não é totalmente clara, porém acredita-se que ela possa desempenhar um papel na regulação da temperatura corporal, uma vez que o ar ou líquido contidos nessa estrutura poderiam atuar como um isolante térmico. Essas unidades estruturais trabalham em conjunto para determinar as propriedades físicas do cabelo, como textura, resistência, elasticidade e brilho (WAGNER, 2006).

A composição do cabelo humano envolve aproximadamente 65% a 95% de proteínas nos fios, incluindo principalmente a queratina. Quimicamente, as proteínas são

formadas por 15 aminoácidos, alguns apresentados na figura 1, originando polímeros de condensação compostos por ácidos carboxílicos, aminas, hidrogênios e carbonos. Suas ligações são divididas em três eixos: ligações de hidrogênio, dissulfeto e iônicas, responsáveis diretamente pela estabilidade, particularidade e resistência dos fios capilares (BORGES; PINHEIRO, 2017).

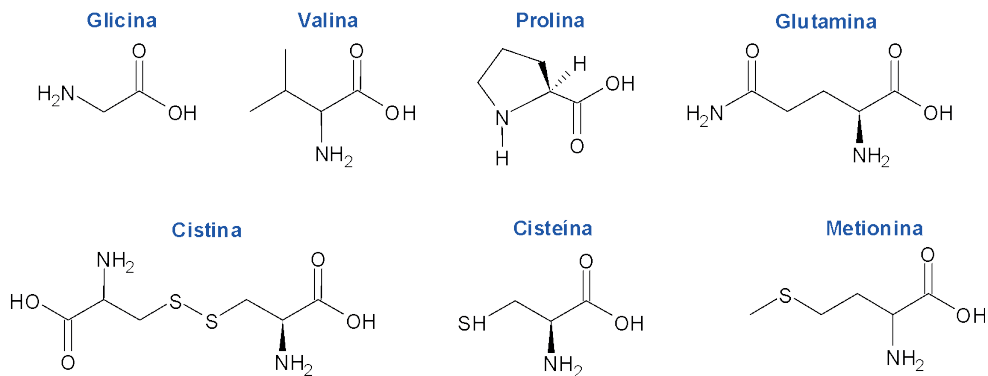



Figura 1: Alguns aminoácidos presentes no cabelo.

Cada cabelo possui sua própria característica e curvatura, que são classificadas por número e letras, começando no 1ABC, 2ABC, 3ABC e terminando no 4ABC. Os cabelos do tipo 1 são lisos, com estrutura mais alinhada; os tipo 2 correspondem aos cabelos ondulados de textura intermediária entre o liso e o encaracolado; os tipo 3 são cacheados em forma de espirais, que podem variar de tamanho e intensidade; por fim, os do tipo 4 são cabelos crespos com alta densidade e fragilidade (MACHADO, 2018).

## A QUÍMICA POR TRÁS DOS AGENTES DE LIMPEZA CAPILAR

Os agentes de limpeza capilar, chamados de xampu, são formados basicamente por surfactantes, estabilizadores de espuma, espessantes, reguladores de pH, essências e conservantes. São desenvolvidos a partir de um detergente sintético, ou agentes tensoativos, em sua composição onde, sua principal função proposta é promover a redução da tensão superficial da água, permitindo que a gordura possa ser emulsionada (CORREIA *et al.*, 2014).

Tal formulação possui uma parte orgânica na extremidade de sua cadeia e pode ser designada, por exemplo, como catiônicos que são usados em condicionadores e amaciantes de roupa, devido a sua camada positiva, que atrai a água e, consequentemente, dá umidade aos fios. A presença dos anfóteros se dá em virtude das propriedades de não irritabilidade aos olhos por possuir pouca espuma. Os detergentes sintéticos são desenvolvidos com base forte, portanto espera-se que apresentem um pH alcalino. Entretanto, as indústrias produtoras buscam manter o pH próximo ao natural do couro cabeludo, entre 4 e 5,

neutralizando os efeitos alcalinos com ácido cítrico (BARBOSA; SILVA, 1995). Para a confecção do xampu sólido em questão, cada ingrediente possui propriedades químicas que agem diretamente nos fios. O Isetionato de Sódio (SCI) (figura 2a) é obtido de maneira natural a partir do óleo de coco, e contém ácido láurico, que tem grande afinidade com o cabelo. Esse tensoativo aniônico possui função espumante, capaz de deixar o cabelo suave e macio, atuando diretamente na limpeza. O amido é um polissacarídeo, encontrado na natureza especialmente no arroz, no milho e no trigo. Sua fórmula química, $(C_6H_{10}O_5)n$ (figura 2b), ajuda a promover a hidratação e diminuição do frizz no cabelo devido a selagem do frio, o que reduz o ressecamento, proporcionando brilho e maciez. Dentre os ácidos graxos presentes no óleo de rícino destaca-se o ácido ricinoleico (figura 2c), além do ácido linoleico, ômega 6, sais minerais e vitamina E, que auxiliam no fortalecimento do couro cabeludo, hidratação, e no crescimento dos fios (LEMOS; VELHO, 2021).

(a) (b) (c)

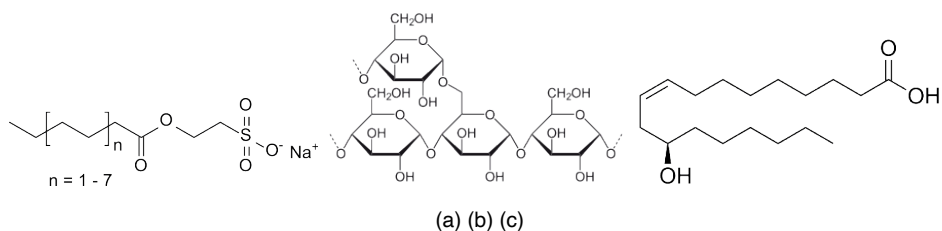



Figura 2: Estruturas químicas das moléculas de (a) Isetionato de Sódio; (b) Amido de milho e (c) Óleo de rícino.

Vinda da África, a manteiga de Karité (figura 3a) é conhecida por ser um produto extraído de seus frutos. Ela possui em sua composição uma mistura de ácidos graxos e apresenta propriedades consideradas insaponificáveis, sendo composta por triterpenos, esteróides e hidrocarbonetos. Além disso, contém propriedade emoliente, ajudando na proteção do ressecamento do cabelo e melhorando seu aspecto, e ainda proporciona maciez e toque aveludado aos fios (GUICHARD, 2021).

A betaína é um derivado de um aminoácido (figura 3b), usada como hidratante e condicionante, devido a capacidade de liberação da água absorvida. Derivada do óleo de coco, é um tensoativo anfótero, ou seja, interage com o líquido. Responsável pela detergência dos produtos, possuindo uma eficiente ação espumante e agente de limpeza. Ela também é usada como hidratante e condicionante, devido a capacidade de liberação da água absorvida (BOAVENTURA, 2022).

A proteína de trigo hidrolisada é um composto de origem natural oriunda da hidrólise do trigo que viabiliza a extração dos nutrientes (figura 3c). Ao mesmo tempo ela é solúvel em água, rica em aminoácidos com a capacidade de reter a umidade dos fios formando uma película protetora com efeito brilhoso ao cabelo. Além dessas características, ela possui poder de agente condicionador e nutritivo (ROMERO, 2022).

As essências características dos xampus são usadas para conferir o aroma ao

produto. Os óleos essenciais podem ser extraídos de plantas, flores, frutos e possuir propriedades sintéticas. Os métodos mais utilizados para extração de essências é a destilação por arraste a vapor, destilação simples, maceração e prensagem (BATISTUZZO, 2006).

(a) (b) (c)

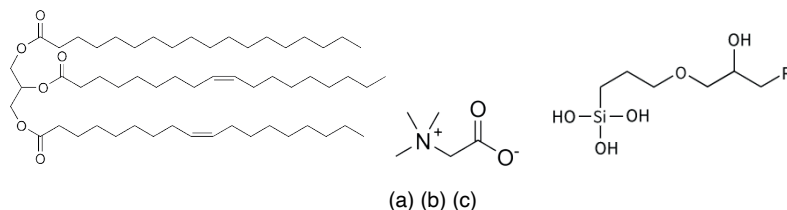



Figura 3: Estruturas químicas do principal componente da manteiga de Karité (a), betaína (b) e proteína de trigo hidrolisada (c).

## Vantagens da utilização do xampu sólido

A primeira aparição do xampu líquido ocorreu em 1890 na Alemanha e só pode ser adquirido pela população após a primeira guerra mundial. Nomeado por ingleses, o significado de seu nome é massagear, e foi constantemente evoluindo em relação a cuidados capilares, formulações, matérias primas, sendo considerados sinônimos de status (HOLLO, 2021).

O uso de barras saponificadas é comum há anos na humanidade. Apesar de parecer uma inovação, os povos africanos, gregos e romanos utilizavam-na deste a antiguidade em sua rotina de banho entre corpo e cabelo. A designação nomeada como xampu sólido, surgiu em 1978 a partir de uma marca americana que visava trazer soluções para a proibição de viajar sem poder levar líquidos. Desde então, o produto vem crescendo continuamente no mercado, com diversas fórmulas e propostas. Sua principal particularidade é possuir a característica eco-friendly, não utilizando embalagens plásticas. (MALLMANN, 2016).

É necessário, a partir de estudos, chegar a uma formulação que seja capaz de limpar o couro cabeludo e cabelo e, ao mesmo tempo, hidratar sem causar ressecamento. Dessa maneira, é necessário criar uma mistura contendo tensoativos suaves, tanto sólidos quanto líquidos, para limpar o cabelo, além de manteigas e óleos que agem na nutrição, endurecedores para proporcionar a textura e resistência, e por fim, adicionar o aroma desejado (BRILHANTE, 2017).

A utilização de xampu sólido aumenta constantemente no mundo devido a diversos fatores sustentáveis positivos. Além de ser indicado para todos os tipos de cabelos, o produto é livre de parabenos, na maioria das vezes, não testados em animais e veganos. (MALLMANN, 2016)

Por não possuírem embalagens plásticas, gera menos impacto ambiental pela

redução de resíduos diários, gerando um consumo consciente na sociedade. Sua praticidade e economia é outro ponto positivo em relação a este cosmético, devido a sua facilidade de transporte e alta durabilidade em média, 60 lavagens para uma barra com 80g. Cada barra de xampu sólido equivale a 2 frascos de xampu líquido. (HOLLO, 2021)

## MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho propõe a confecção artesanal do xampu sólido a fim de viabilizar o uso de experimentação nas aulas de Química e divulgar cientificamente o preparo do cosmético sólido sustentável, que poderá ser aplicadO em qualquer série do ensino médio como mostra a tabela abaixo listando os possíveis conteúdos abordados:

| Série | Conteúdos |
|---|---|
| **9º ano** | Unidades de medida: massa, volume e temperatura;<br>Os estados de agregação da matéria e suas transformações;<br>Substâncias e misturas. |
| **1º ano** | Ligações Interatômicas e intermoleculares;<br>Polaridade;<br>Geometria;<br>Tipos de fórmulas;<br>Relações numéricas. |
| **2º ano** | Introdução à química orgânica.<br>Composição dos compostos orgânicos.<br>Nox do carbono.<br>Classificação dos carbonos.<br>Classificação dos hidrogênios.<br>Classificação das cadeias carbônicas.<br>Tipos de fórmulas: estrutural plana, condensada, em bastão e molecular.<br>Funções orgânicas |
| **3º ano** | Polímero<br>pH e pOH |

Tabela 1 – Possíveis conteúdos abordados.

Após o docente realizar a certificação os conteúdos a serem abordados já foram aplicados em sala de aula, o experimento poderá ser realizado com os alunos. A proposta inicial do roteiro foi uma receita com rendimento de seis xampus sólidos.

Os materiais necessários são: Fogão elétrico de 1 boca ou manta de aquecimento, panela, balança, forma de gelo, espátula, espátula de silicone, 5 bécheres de 5 mL, vidro de relógio. Os reagentes necessários são: 131,4g de Tensoativo SCI, 48g de Amido de Milho, 12g de Manteiga de Karité, 7,2g de Proteína de trigo hidrolisada, 6,7g de Betaína Natural e 4,8g de óleo Essencial.

O procedimento experimental será: **(1)** Colocar os óculos de proteção, as luvas e a máscara; **(2)** pesar todos os ingredientes com auxílio das espátulas e balança; **(3)** adicionar os ingredientes na panela e ligue o aquecimento; **(4)** agitar com a espátula de silicone até constituir uma massa, de modo que não haja mais materiais separados; **(5)** desligar o fogo e aguardar 2 minutos; **(6)** com as mãos, amassar o produto e adicione-o nas formas de gelo

de modo que constitua 6 xampus ao final ; **(7)** aguardar cerca de 15 minutos e remova-os da forma.

Após o experimento pode-se realizar o teste de pH, o qual consiste em retirar 10g do xampu e diluir para 10mL de água deionizada com auxílio de uma espátula ou bastão de vidro em um bécher. Realizada a diluição completa da solução, mede-se o pH com uma fita de papel indicador.

O professor da disciplina poderá aplicar um questionário baseado no tópico da química escolhido após a realização da prática para que possa ser avaliado a evolução do aluno no conteúdo e a produtividade do experimento.

## RESULTADOS

Os resultados esperados são diversos, pretende-se que com o uso da metodologia ativa os alunos consigam reconhecer a Química como uma ferramenta que facilita e ajuda a melhorar a vida em sociedade. À medida que os alunos se envolvem em experimentos práticos, eles não apenas aplicam conceitos abstratos, mas também testemunham a relevância direta da química em sua vida cotidiana. Essa conexão entre teoria e prática fortalece o entendimento conceitual e inspira um senso de propósito, reconhecendo como a Química está ligada com questões ambientais, de saúde e tecnológicas. Pretende-se também inserir o educando numa posição de protagonista do seu processo de aprendizagem, resultando no estímulo da criatividade, desenvolvimento da consciência social e troca de informações.

## DISCUSSÃO

A experimentação gera um ambiente descontraído e investigativo e isso não apenas torna a aprendizagem mais atraente, mas também prepara os alunos para se tornarem cidadãos críticos e engajados. Eles são capacitados a analisar problemas complexos, buscar soluções inovadoras e contribuir de maneira significativa para a sociedade em que vivem. Essa abordagem educacional não apenas transmite conhecimento, mas molda atitudes e valores, culminando na formação de indivíduos conscientes, éticos e capazes de fazer uma diferença positiva em um mundo de constante evolução.

## CONCLUSÕES

Espera-se que com o uso da metodologia ativa (experimento) os alunos consigam reconhecer a Química como uma ferramenta que facilita e ajuda a melhorar a vida em sociedade, além de perceber que tal intervenção didática pode proporcionar um ambiente lúdico e investigativo de aprendizagem baseado na dialogicidade, discussão e indagação,

contribuindo para a formação de um cidadão consciente, capaz de intervir positivamente na sociedade em que vive.

## REFERÊNCIAS


BARBOSA, A.; SILVA, R. Xampus. **Química nova na escola,** São Paulo, n.2, 1995. p. 3-5.

BATISTUZZO, J. A. Formulário Médico Farmacêutico. 3°ed. São Paulo: Pharmabooks, 2006. 25 p.

BOAVENTURA, G. CocamidopropylBetaine. **Cosmética em Foco,** 2022. Disponível em: <https://cosmeticaemfoco.com.br/materias-primas/cocamidopropyl-betaine/> Acesso em: 7 de novembro de 2023.

BORGES, M.; BORGES, K., PINHEIRO, P. *“Luzes” capilar*: dos salões de beleza à educação química. **Química nova na escola,** São Paulo, v. 41. n.1, 2019. 5 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. 540 p.

BRILHANTE, I. **Development of a Solid Organic Shampoo Formulation**. Lisboa: Técnico Lisboa, 2017. 11 p.

CORREIA, D. et al. **xampu com ou sem sal**: uma temática nas aulas de química no ensino médio. 2. ed. Santa Maria: Experiências em Ensino de Ciências, 2014. v. 9. p. 1140 – 1142.

FINGER, I.; BEDIN, E. A contextualização e seus impactos nos processos de ensino e aprendizagem da ciência, 2019. 9 p.

GUICHARD, Design . Conheça a Tecnologia Verde: KARITÉ. **Guichard,** 2021. Disponível em: https://guichardcosmetica.com/2021/07/12/conheca-a-tecnologia-verde-karite/. Acesso em: 7 de novembro de 2023.

HOLLO, K. Já usou xampu sólido? Sustentáveis e eficientes, eles chegaram para ficar. **Universa UOL**, 2021. Disponível em: <https://www.uol.com.br/universa/noticias/redacao/2021/08/23/xampu-solido-x-xampu-liquido.htm>Acesso em: 7 de novembro de 2023.

LEMOS, M; VELHO, A. Conhecendo o ingrediente SCI. **Espiral de Ervas**, 2021. Disponível em: <https://espiraldeervas.com.br/2021/05/23/conhecendo> Acesso em: 7 de novembro de 2023.

MACHADO, K. **Da curvatura 1A a 4C:** A representação do cabelo da negra mulher através do olhar sobre as personagens Olivia Pope e Annalise Keating. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Dul, 2018. p. 33-35.

MALLMANN, F. *Shampoos Sólidos:* Por que e como usar?.**FEFA Pimenta**, 2016. Disponível em: <https://www.fefapimenta.com.br/shampoos-solidos-por-que-e-como-usar/> Acesso em: 7 de novembro de 2023.

MAGGIONI, M. C.; MAGGIONI, I.; NÓBILE, M. Laboratório de Química e metodologia ativa no processo de aprendizagem escolar. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 17, n. 37, p. 1–15, 2021.

ROMERO, M. Proteína hidrolisada do trigo: líder nos cuidados capilares. **Provital**, Disponível em: <https://blog.weareprovital.com/pt-br/proteina-hidrolisada-do-trigo/> Acesso em: 7 de novembro de 2023.

SOUZA, C.; IGLESIAS, A.; PAZIN-FILHO, A. FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO. Estratégias inovadoras para métodos de ensino tradicionais – aspectos gerais. Ribeirão Preto, SP: Portal de revista da USP, 2014. 285 p.

VALE, A. UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. *Formação inicial de professoras (es) de química no ifba:* contradições e possibilidades entre o projeto pedagógico institucional e o projeto pedagógico do curso de licenciatura em química. Salvador, BA: Biblioteca Anísio Teixeira, 2020. p. 16 -17.

ZUCCO, C. Química para um mundo melhor. **Química Nova**, v. 34, p. 733-733, 2011.

WAGNER, R. **A estrutura da medula e sua influência nas propriedades mecânicas e de cor do cabelo**. São Paulo: Universidade Estadual de Campinas, 2006. p. 1-7.

# CAPÍTULO 4

# ÓLEOS ESSENCIAIS COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

*Data de aceite: 01/12/2023*

**Marcela Guariento Vasconcelos**
Instituto Federal do Rio de Janeiro- IFRJ.
Volta Redonda - RJ
http://lattes.cnpq.br/7442776367825877

**Fernanda Carolina de Toledo Teske**
Instituto Federal de São Paulo – IFSP
São José dos Campos - SP
http://lattes.cnpq.br/0456369885870371

**Lívia Píccolo Ramos Rossi**
Instituto Federal de São Paulo – IFSP
São José dos Campos - SP
http://lattes.cnpq.br/4289800455441549

**Marcilene Cristina Gomes**
Instituto Federal de São Paulo – IFSP
São José dos Campos - SP
http://lattes.cnpq.br/5404830271857426

**Suelene Francisca da Silva Bispo dos Santos**
Instituto Federal de São Paulo – IFSP
São José dos Campos - SP
http://lattes.cnpq.br/3950867581053958

**RESUMO:** A contextualização no ensino é preconizada pelas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica colocando o aluno como protagonista e inserindo a realidade do cotidiano como facilitador do processo de aprendizagem. Neste trabalho, desenvolvido durante a residência pedagógica do Instituto Federal de São Paulo – *campus* São José dos Campos, a temática voltada para os óleos essenciais foi utilizada como ferramenta para o ensino da química aos alunos do primeiro ano do ensino médio. Na regência, realizada de forma remota, que originou este trabalho foram abordados os conteúdos curriculares presente no primeiro bimestre do currículo do Estado de São Paulo para o 1° ano do ensino médio. Nesse contexto, os conteúdos abordados estavam sempre associados a temática proposta de óleos essenciais. O tema abordado contribuiu na participação dos alunos e foi de extrema importância no aprendizado significativo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Óleos essenciais, contextualização, ensino de química.

## ESSENTIAL OILS AS A TOOL FOR TEACHING CHEMISTRY

**ABSTRACT:** Contextualization in teaching is recommended by the National Curriculum Guidelines for Basic Education, putting the student as the protagonist and inserting theirs reality in order to facilitate the learning process. In this work, developed during

the pedagogical residency at the Federal Institute of São Paulo – Campus São José dos Campos, the theme used as a tool for teaching chemistry to first-year high school students was essential oils. The regency, carried out remotely, was based in the first bimester of the State of São Paulo curriculum for the first year of high school. All the chemistry theaching was associated of theme proposed: essential oils, which contributed to student participation and was extremely important in theirs significant learning.
**KEYWORDS:** Essential oils, contextualization, chemistry teaching.

## INTRODUÇÃO

As Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica preconizam que a interdisciplinaridade e a contextualização dos conteúdos didáticos devem permanecer em todo o currículo, propiciando a interlocução entre os diferentes campos do conhecimento e a transversalidade do conhecimento de diferentes disciplinas. Cada educador necessita desenvolver suas próprias ferramentas para trabalhar a interdisciplinaridade nos diversos contextos. Trata-se de um processo em constante construção, devendo ser encarada como uma categoria de ação (BRASIL, 2013).

Seguindo as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, a temática voltada para os óleos essenciais foi utilizada de forma contextualizada como ferramenta para o ensino da química. Desta forma, em nosso cotidiano observa-se diferentes espécies de vegetais, com características individuais. Os aromas, pigmentação, textura e formas são particularidades visuais que chamam a atenção do discente, facilitando a compreensão do conteúdo didático.

Nos últimos anos, os óleos essenciais vêm se tornando cada vez mais populares. No entanto, o seu uso é retratado no Egito antigo entre os romanos e outras culturas a mais de mil anos (ANDREI,2005). Estes são compostos voláteis e constituídos por diversas substâncias químicas com propriedades profiláticas e curativas. Os óleos essenciais fazem parte do metabolismo secundário das plantas, ou seja, são compostos que não tem participação direta no metabolismo essencial para a sobrevivência da planta, mas agem protegendo-as contra predadores e outras influências ameaçadoras (PRADE e NASCIMENTO, 2020).

## METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido durante o programa de residência pedagógica do Instituto Federal de Educação de São Paulo. A regência foi ministrada de forma remota durante a pandemia para alunos do primeiro ano do Ensino Médio em uma escola da rede estadual de São Paulo – Escola Estadual Francisco Pereira da Silva.

Inicialmente, foi realizada uma introdução do tema “Óleos essenciais” e, na sequência, perguntas foram feitas aos alunos com o objetivo de contextualizar o tema e promover uma maior interação com a aula. As perguntas realizadas foram: Vocês já

utilizaram ou conhecem alguém que utilizam óleos essenciais? Nas respostas positivas outro questionamento foi realizado: Qual óleo você ou quem você conhece utiliza? Você sabe para que finalidade? Após a conversa inicial um outro questionamento foi realizado. Como os óleos essenciais estão relacionados com a química?

Após a conversa introdutória foram abordados os conceitos químicos relacionados com o tema em questão. Os conteúdos curriculares foram baseados no currículo de São Paulo – 1° ano do ensino médio (1° bimestre) com as seguintes habilidades: Reconhecer o estado físico dos materiais a partir de suas temperaturas de fusão e de ebulição; Realizar cálculos e estimativas e interpretar dados de solubilidade, densidade, temperatura de fusão e de ebulição para identificar e diferenciar substâncias em misturas; Avaliar aspectos gerais que influenciam nos custos (ambiental e econômico) da produção de diferentes materiais; Avaliar e escolher métodos de separação de substâncias (filtração, destilação, decantação, etc.) com base nas propriedades dos materiais. A partir dos conteúdos apresentados acima, as habilidades a serem trabalhadas foram contextualizadas com o tema óleos essenciais.

A avaliação do conteúdo foi realizada com uma atividade na forma de quiz, utilizando a plataforma de aprendizado Kahoot, a qual é usada como tecnologia educacional baseada em jogos.

## REFERENCIAL TEÓRICO

## ÓLEOS ESSENCIAIS

A aromaterapia é uma ciência e arte milenar baseada na fitoterapia, que utiliza os óleos essenciais (OE) extraídos das plantas aromáticas para fins medicinais e estéticos. (FERRAZ, 2017).

Os óleos essenciais são substâncias voláteis constituídas, principalmente, de monoterpenos, sesquiterpenos, fenilpropanoides, ésteres e outras substâncias de baixo peso molecular (BRUNO E ALMEIDA, 2021; SIMÕES E SCHENCKEL, 2000).

Os terpenos (Figura 1), principais constituintes dos óleos essenciais, são substâncias orgânicas formadas por hidrocarbonetos e derivados oxigenados. Estes compostos são formados por unidades de 5 carbonos chamados de isopreno (Figura 2). Os monoterpenos são formados por duas unidades do isopreno (10 carbonos), os sesquiterpenos por três unidades do isopreno (15 carbonos), os diterpenos por 4 unidades (20 carbonos), os triterpenos e tetraterpenos por 3 e 4 unidades do isopreno respectivamente (BRUNETON, 1991).

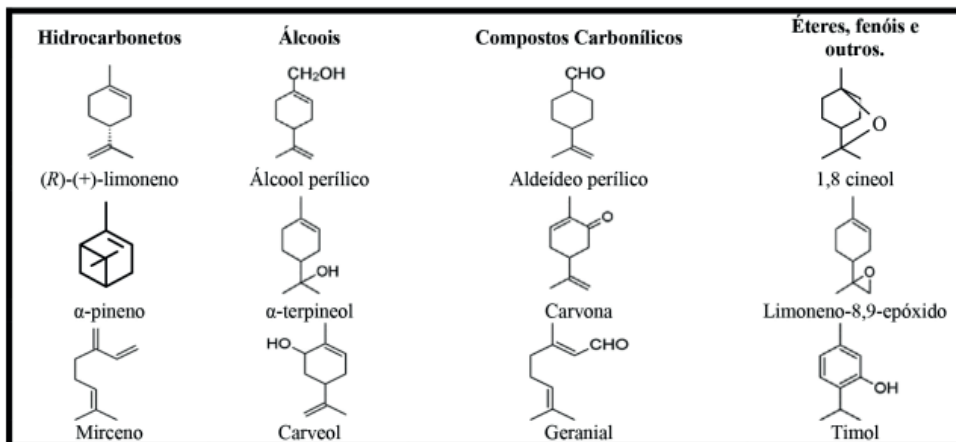



Figura 1: Estrutura química dos terpenóides

Fonte: FELIPE e BICAS, 2017

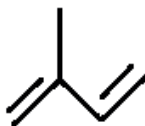



Figura 2: Estrutura química da unidade isoprênica

Fonte: autor

## ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA

Um dos conteúdos a ser trabalhado no currículo do estado de São Paulo é reconhecer o estado físico dos materiais a partir de suas temperaturas de fusão e de ebulição. Para o desenvolvimento deste tema é necessário o conhecimento prévio do conteúdo de forças intermoleculares.

As forças intermoleculares dizem muito sobre como os compostos interagem entre si, e essas interações exercem influência direta sobre o ponto de fusão e de ebulição. Quando uma interação intermolecular é de alta intensidade necessita-se de muita energia para afastar suas moléculas e consequentemente mudar seu estado físico. (Figura 3)

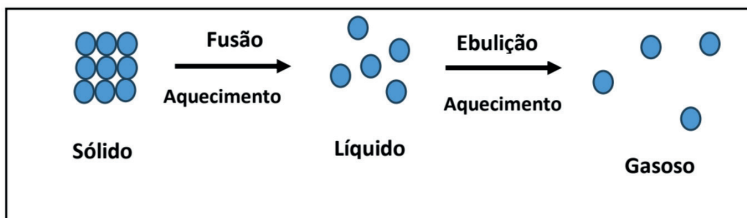



Figura 3: Mudança de estados físicos de moléculas

Fonte: autor

As forças intermoleculares são forças de atração eletrostática que têm por função realizar a união de moléculas (compostos moleculares), mantendo-as no estado sólido ou líquido. Elas são extremamente importantes, haja vista que determinam todas as propriedades físicas (ponto de fusão, ponto de ebulição, densidade e solubilidade) das substâncias. (JUNQUEIRA e MAXIMIANO, 2019).

As forças intermoleculares, que são:

- Dipolo-dipolo: é a força que ocorre em moléculas polares.
- Dipolo induzido: é a força intermolecular que ocorre apenas em moléculas apolares.
- Ligações de Hidrogênio: é a força intermolecular que ocorre em moléculas polares, porém apenas naquelas que apresentem obrigatoriamente átomos de hidrogênio ligados diretamente com átomos de flúor, oxigênio ou nitrogênio.

Denomina-se ponto de ebulição a temperatura na qual as moléculas de uma determinada substância passam do estado líquido (têm suas forças intermoleculares rompidas) para o estado gasoso. O detalhe interessante é que as forças intermoleculares e o ponto de ebulição de substâncias apresentam uma relação muito intensa e direta, já que, quanto mais intensa for a força intermolecular, maior será a energia (temperatura) necessária para mudança de estado físico. A ordem de intensidade das forças intermoleculares é:

Dipolo induzido < Dipolo-dipolo < Ligações de hidrogênio

Assim, podemos concluir que as moléculas que fazem interações de ligações de hidrogênio possuem pontos de ebulições mais altos que as que possuem dipolo-dipolo e assim por diante (JUNQUEIRA e MAXIMIANO, 2019). De acordo com a Figura 4 podemos observar que a água, que faz interação de ligação de hidrogênio, possui ponto de ebulição maior que o iodometano, cuja interação intermolecular é dipolo-dipolo, que por sua vez tem ponto de ebulição muito maior que o metano, que faz interações dipolo-induzido.

| Água | Iodometano | Metano |
|---|---|---|
| $H_2O$ | $CH_3I$ | $CH_4$ |
| PE = 100°C | PE = 42°C | PE = -161°C |

Figura 4 Ponto de ebulição de algumas moléculas

Fonte: autor

## SOLUBILIDADE

A solubilidade das substâncias também está diretamente ligada ao tipo de interação intermolecular que ela apresenta. A antiga frase “semelhante dissolve semelhante” quer dizer que as moléculas são solúveis entre si quando apresentam interações intermoleculares com características semelhantes. Um exemplo clássico é a solubilidade do etanol em água. De acordo com a figura 5 observamos que a água apresenta interação de ligação de hidrogênio e sua solubilidade em etanol se dá por conta da presença da hidroxila (OH) na sua estrutura, que também é responsável pela ligação de hidrogênio no etanol. Assim, uma mistura de etanol e água sempre será homogênea.

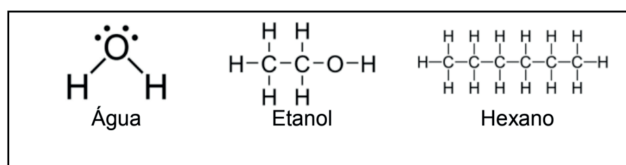
Já na presença de hexano (um dos componentes da gasolina) a água não se solubiliza, ou seja, forma uma mistura heterogênea. O hexano faz interação do tipo dipolo-induzido que é extremamente apolar, enquanto a água faz interação de ligação de hidrogênio que é polar.

Água | Etanol | Hexano

Figura 5: Estrutura da água, etanol e hexano.

Fonte: autor

## SEPARAÇÃO DE MISTURAS

Cada tipo de mistura e solução tem sua forma correta de ser separada, existem técnicas simples, como a dissolução fracionada, filtração, evaporação e decantação, e técnicas mais elaboradas como a centrifugação e cristalização. (OLIVEIRA, ZEPPINI e ITOGAWA, 2019)

- Destilação simples

A destilação simples é a separação de mistura homogênea sólido/líquido ou líquido/líquido, utilizando como princípio a diferença no ponto de ebulição das substâncias presentes na mistura.

Exemplo: a água com sal submetidos à temperatura de ebulição que evapora sobrando apenas o sal.

- Destilação fracionada

A destilação fracionada é a separação de uma mistura homogênea entre dois ou mais líquidos. O fracionamento ocorre devido aos diferentes pontos de ebulição de cada um dos componentes. Nesse processo, o líquido de menor temperatura de ebulição é destilado primeiro.

Exemplo: Destilação fracionada do petróleo bruto em diversas frações com finalidades distintas.

- Vaporização

A vaporização, também conhecida por evaporação, consiste em aquecer a mistura até o líquido evaporar, separando-se do soluto na forma sólida. Nesse caso, o componente líquido é perdido.

Exemplo: processo para obtenção de sal marinho.

- Liquefação fracionada

A liquefação fracionada é realizada através de equipamento específico, no qual a mistura é resfriada até os gases tornarem-se líquidos. Após isso, passam pela destilação fracionada e são separados conforme os seus pontos de ebulição.

Exemplo: separação dos componentes do ar atmosférico.

- Filtração Simples

A filtração simples consiste em separar misturas heterogêneas sólido/líquido. A mistura é passada por um filtro, no qual ficam retidas as partículas sólidas suspensas e a parte líquida atravessa o filtro.

Exemplo: separação de areia e água.

- Filtração a vácuo

A filtração a vácuo tem o mesmo objetivo que a filtração simples, entretanto, é realizada quando os sólidos presentes na mistura são muito finos deixando a filtração muito vagarosa. Assim, é realizada com a ajuda do vácuo que torna esse método muito mais rápido.

Exemplo: clarificação de meios de cultura de células e tampões.

- Centrifugação

A centrifugação consiste em separar misturas heterogêneas sólidas de líquidos ou líquidos com diferentes densidades. Esta técnica utiliza a força centrífuga através de repetidas rotações. A fração de maior densidade é forçada para baixo, ficando no fundo do frasco.

Exemplo: Centrifugação do sangue para separação dos glóbulos vermelhos, glóbulos brancos, plaquetas e plasma.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os óleos essenciais, são compostos por uma mistura aromática complexa de fitoquímicos voláteis de diversas classes, assim como monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanóides. A característica aromática dos óleos essenciais contribui para utilização deste tema como facilitador do processo de aprendizagem. Como a regência desta aula ocorreu de forma remota os alunos não puderam sentir os aromas característicos dos óleos.

No início da regência os alunos estavam bastante quietos e pouco participativos. Assim, a breve introdução realizada inicialmente, foi muito importante para contextualização do tema. As perguntas realizadas com o objetivo de promover a interação com os alunos contribuiu para participação deles durante a aula.

Após a pergunta se eles já utilizaram ou conhecem alguém que utilizam óleos essenciais, 30% da turma respondeu que sim. Alguns relataram que ele, algum familiar ou amigo utilizava óleo essencial. Poucos alunos relataram que não conheciam o tema. A interação também foi realizada durante o relato das experiencias da turma quanto ao conhecimento ou uso deles.

O questionamento de como os óleos essenciais estão relacionados com a química promoveu novos debates com grande participação da turma. Apesar de relatarem que a química estava presente em todas as coisas como nos alimentos, ar que respiramos e na composição dos produtos de beleza a relação do tema com o ensino de química não estava muito claro para eles.

Ao longo das aulas os conteúdos abordados estavam sempre associados a temática proposta. Ao apresentar os conceitos dos estados físicos da matéria e solubilidade foram abordados os conceitos das interações intermoleculares realizadas pelas moléculas. A correlação com os óleos essenciais foi realizada através de seu baixo ponto de fusão, já que estes apresentam em sua composição hidrocarbonetos que possuem interações intermoleculares fracas (dipolo-induzido). O aroma presente nos óleos essenciais é resultado desta fraca interação intermolecular realizado entre estes hidrocarbonetos.

O conteúdo de interações intermoleculares também foi apresentado para explorar os conceitos relacionados a solubilidade. Como o próprio nome sugere os óleos essenciais tem características semelhantes a outros óleos que já são conhecidos pelos alunos. Desta forma, foram discutidos a baixa solubilidade dos óleos essenciais em água por apresentarem características químicas e interações diferentes.

O conteúdo relacionado a separação de misturas foi discutido com os métodos de extração dos óleos essenciais, que consiste no método de destilação por arraste de vapor. A partir deste método de extração foi possível trabalhar concomitantemente o ponto de ebulição de diferentes substâncias e a melhor temperatura para separação de misturas que possam conter estas substâncias.

Na avaliação do conteúdo ministrado foi utilizada a plataforma Kahoot. Esta é uma plataforma de aprendizado baseada em jogos, usada em instituições de ensino como tecnologia educacional. Os jogos são formulados com testes de múltipla escolha que podem ser acessados por meio de um navegador da Web ou do aplicativo Kahoot. Como a aula foi ministrada de forma remota esta opção se mostrou eficiente e atrativa.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Programa de Residência Pedagógica foi de extrema importância para o reconhecimento do ambiente escolar, por meio do estudo, ambientação e regência utilizando-se de metodologias e ferramentas que facilitaram este processo. Foram essas primeiras experiências em sala de aula, interações com os alunos e protagonismo na produção e aplicação de aulas, que garantiram o sucesso do ensino e aplicação dos conhecimentos pedagógicos e metodológicos adquiridos ao longo da graduação.

## REFERÊNCIAS


ANDREI, P. & DEL COMUNE, A. P. (2005). **Aromaterapia e suas aplicações**. CADERNOS • Centro Universitário S. Camilo, 11(4), 57–68. Disponível em: http://www.saocamilo-sp.br/pdf/cadernos/36/07_aromaterapia.pdf Acesso em 07.ago.2023.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica**. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file Acesso em: 27.mai.2022.

BRUNETON, Jean. Farmacognosia: Fitoquímica Plantas Medicinales. 2. ed. [S. l.]: Acriba S.A, 1991. 1082 p.

BRUNO, Catarina M. A; ALMEIDA, Márcia R. **Óleos essenciais e vegetais: matérias-primas para fabricação de bioprodutos nas aulas de química orgânica experimental.** Quim. Nova, Vol. 44, No. 7, 899-907, 2021 Disponível em: http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170722 Acesso em 30.ago.2023

FELIPE, Lorena O; BICAS, Juliano L. **Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais.** Quím. Nova na escola. São Paulo-SP, Vol. 39, N° 2, p. 120-130, MAIO 2017. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_2/04-QS-09-16.pdf Acesso em 06.set.2023

FERRAZ, André. **Guia Completo da Aromaterapia**: Aromaterapia como estilo de vida, 2017. 71 p.

JUNQUEIRA, Marianna M.; MAXIMIANO, Flavio A. INTERAÇÕES INTERMOLECULARES E O FENÔMENO DA SOLUBILIDADE: EXPLICAÇÕES DE GRADUANDOS EM QUÍMICA. Interações intermoleculares, 27 nov. 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/j/qn/a/zYJjbDDDNc4ntSrcwxf5W7N/?format=pdf&lang=pt Acesso em 06.set. 2022

OLIVEIRA, Amanda Padilha; ZEPPINI, Anna Claudia Tocchio; ITOGAWA, Guilherme Massayuki. **Separação de misturas**. Destilação, 2019. Disponível em: https://www.academia.edu/38952317/SEPARA%C3%87%C3%83O_DE_MISTURAS Acesso em 06.set.2023

PRADE, Ana Carla Koetz; NASCIMENTO, Alexsandra. **Aromaterapia: o poder das plantas e dos óleos essenciais**. Publicação do Observa PICS - Nº 2 – 2020

SÃO PAULO. **Currículo do estado de São Paulo e suas tecnologias ciências da natureza**. São Paulo, 2011 1ª edição Disponível em: https://www.educacao.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/235.pdf Acesso em 30.ago.2023

SIMÕES, C.M.O; SCHENCKEL, E.P . **Medicamentos através de plantas medicinais.** Revista Brasileira de Farmacognosia, V. 12, n. 1, p. 35-40, 2002

# ABORDANDO PERFUMES COMO UM TEMA MOTIVADOR PARA O ENSINO DE QUÍMICA

*Data de submissão: 06/11/2023*

*Data de aceite: 01/12/2023*

**Giuliana Stacchini de Souza Dzwolak**
Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro - RJ
https://abrir.link/i6pMW

**Anatalia Kutianski Gonzalez Vieira**
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Ciências da Natureza
Rio de Janeiro - RJ
https://bityli.cc/tRS

**Tiago Savignon Cardoso Machado**
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Ciências da Natureza
Rio de Janeiro - RJ
https://bityli.cc/Gup

**Barbra Candice Southern**
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Matemática e Desenho
Rio de Janeiro - RJ
https://bityli.cc/IhP

**José Carlos Pelielo de Mattos**
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Ciências da Natureza
Rio de Janeiro - RJ
https://bityli.cc/bpV

**Waldiney Cavalcante de Mello**
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Ciências da Natureza
Rio de Janeiro - RJ
https://bityli.cc/bqt

**Elizabeth Teixeira de Souza**
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Ciências da Natureza
Rio de Janeiro - RJ
https://bityli.cc/uwD

**Angela Sanches Rocha**
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, departamento de Físico-Química e do Programa de Pós-graduação em Química (PPGQ-UERJ) do Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro - RJ
https://abrir.link/JaJIA

**RESUMO:** Devido à dificuldade dos alunos em compreender os fenômenos químicos nas aulas cujas escolas seguem metodologias de ensino tradicionais, atividades alternativas, como a experimentação, são utilizadas

para despertar a curiosidade e interesse do aluno. O uso de experimentos em aulas pode facilitar também o aprendizado por diminuir a abstração dos conteúdos abordados apenas de forma teórica. Nesse contexto, abordou-se o tema Perfumes com alunos do 2º ano do Ensino Médio, por meio de um texto motivacional e um experimento de produção de água de colônia. A proposta elaborada foi aplicada no Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ), envolvendo 67 alunos de três turmas diferentes do 2º ano, em maio de 2017. O trabalho foi composto por quatro atividades (questionário investigativo, texto introdutório, experimentação e questionário avaliativo), que tiveram como finalidade estimular os alunos e facilitar o processo de ensino-aprendizagem a fim de obter uma aprendizagem significativa. O texto aplicado foi elaborado de modo a apresentar as informações básicas sobre perfumes, para que eles lessem, cada um em seu ritmo, e discutissem o assunto entre si e com os docentes. Na atividade experimental realizada no laboratório, eles confeccionaram águas de colônia com diferentes fragrâncias e, no final da aula, as levaram para casa. Os resultados obtidos mostraram que a experimentação e o uso do texto foram eficazes para promover o ensino e discussão de assuntos da Química associados ao tema perfumes, visto que os alunos participaram em todas as etapas do processo, mostrando interesse e entusiasmo. Os resultados do questionário avaliativo indicou que, segundo os parâmetros utilizados, os alunos demonstraram boa compreensão do assunto abordado e boa capacidade para debater os tópicos envolvidos.
**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Química; Experimentação; Perfumes.

**ABSTRACT:** Due to the difficulty students have in understanding chemical phenomena in classes where schools follow traditional teaching methodologies, alternative activities such as experimentation are used to arouse student curiosity and interest. The use of experiments in lessons can also facilitate learning by reducing the abstraction of content that is only covered theoretically. In this context, the subject of perfumes was discussed with students in the second year of secondary school, using a motivational text and an experiment to produce eau de cologne. The proposal was applied at the Fernando Rodrigues da Silveira Application Institute (CAp-UERJ), involving 67 students from three different 2nd year classes, in May 2017. The work consisted of four activities (an investigative questionnaire, an introductory text, an experiment and an evaluation questionnaire), the aim of which was to stimulate the students and facilitate the teaching-learning process in order to achieve meaningful learning. The text applied was designed to present basic information about perfumes, so that they could read, each at their own pace, and discuss the subject among themselves and with the teachers. In the experimental activity carried out in the laboratory, they made colognes with different fragrances and took them home at the end of the lesson. The results obtained showed that experimentation and the use of text were effective in promoting the teaching and discussion of chemistry subjects to associated with perfumes, since the students participated in all stages of the process, showing interest and enthusiasm. The results of the evaluation questionnaires showed that, according to the parameters used, the students had a good understanding of the subject matter and a good ability to debate the topics involved.
**KEYWORDS:** Teaching Chemistry; Experimentation; Perfumes.

## INTRODUÇÃO

Profissionais da educação observam que nas aulas de Química do ensino básico, os alunos pouco interagem com o professor, o que pode indicar que eles consideram essa disciplina uma das mais difíceis. Os discentes pouco compreendem os assuntos abordados, em geral se direcionam a resolver questões, apesar do conteúdo dessa disciplina estar totalmente presente no cotidiano deles. Tal dificuldade pode ser classificada como um obstáculo no processo de ensino-aprendizagem (ALBERGARIA, 2015).

Os alunos também não demonstram compreender que a Química não é uma ciência estática e os conceitos químicos não são sempre definitivos, ou seja, não estão acabados, como por exemplo, os modelos atômicos, que foram modificados ao longo dos anos (ALBERGARIA, 2015).

A Química é tida como uma matéria desinteressante para muitos alunos e pode-se relacionar esse desinteresse a alguns fatores, como por exemplo, não estimular os alunos a frequentarem as bibliotecas, não possuir/utilizar recursos multimídias e métodos interativos de aprendizagem, não contextualizar o assunto, além do fato de as escolas, em geral, não possuírem um laboratório (SOUZA et al., 2010). O laboratório é importante sob diversos aspectos e podemos destacar em relação à motivação dos alunos, visto que a Química é uma ciência fenomenológica e observar as transformações pode ajudar o aluno a compreendê-los e diminuir a abstração de vários assuntos.

Sempre com o objetivo de motivar o aluno, determinadas atividades e recursos didáticos influenciam positivamente no processo de ensino-aprendizagem, como por exemplo aulas práticas, comunidades virtuais e histórias em quadrinhos (PESSOA & ALVES, 2015). Os jogos didáticos também ganharam força ao longo dos anos e essa ferramenta, assim como todas as outras, necessita que o docente esteja preparado para os eventuais questionamentos que serão feitos pelos alunos, tanto no que diz respeito ao conteúdo a ser abordado quanto à nova ferramenta de ensino (SILVA; GUERRA, 2016).

A Química muitas vezes é vista como uma matéria “decoreba” e todos esses recursos foram criados com o objetivo de fazer com que o aluno não memorize simplesmente o conteúdo, mas sim ajude-o na construção do conhecimento científico e no desenvolvimento do senso crítico. Segundo Silva (2016), é possível construir o conhecimento científico por meio dos conhecimentos prévios do aluno sobre a Química presente no dia a dia dele. A construção do conhecimento científico deve ser feita de maneira coletiva através de discussões, observações e outros meios a fim de obter explicações para os fenômenos que observam. Dentre esses outros meios destaca-se a experimentação que tem papel fundamental na construção desse conhecimento, pois coloca o aluno em posição ativa no processo de ensino-aprendizagem (SILVA & GUERRA, 2016).

Segundo Oliveira (2010), a motivação nas aulas experimentais favorece o aprendizado do aluno, pois no laboratório existem alguns fenômenos que podem ser

particularmente interessantes de serem observados, como as transformações químicas envolvendo mudança da coloração ou estado físico e os próprios materiais e equipamentos do laboratório. Esses e outros aspectos despertam a dúvida, a curiosidade e o desejo de entender os fenômenos observados. Por isso, muitos docentes e pesquisadores da área de ensino acreditam que a experimentação motiva e facilita a aprendizagem de conceitos abordados.

Kazmierczak e colaboradores (2018) questionam as maneiras pelas quais é possível aproximar o conhecimento científico do mundo concreto e sensitivo do aluno, com o objetivo de motivá-lo a estudar Química. Como sugestão, os autores apostam no uso de aromas e óleos essenciais, que podem ser ferramentas para motivar os alunos em atividades experimentais.

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) destacam as diversas formas de experimentação além do laboratório como demonstrações em sala de aula ou trabalhos de campo em indústrias e usinas. Todas as formas de experimentação são válidas desde que despertem o interesse do aluno. A experimentação deve instigar o aluno, promover a construção do conhecimento científico e não apenas confirmar ideia já apresentadas.

Com base na premissa de que atividades experimentais podem ser ferramentas didáticas utilizadas em aulas de Química como uma forma de motivar o aluno, o presente trabalho apresenta os resultados da elaboração e aplicação de aulas incluindo um experimento e um texto elaborado para abordar o assunto. O tema abordado foi perfumes, a fim de aguçar a curiosidade, aumentar o interesse discente, e assim possibilitar a construção do conhecimento científico através de um tema presente em seu cotidiano além de inserir o discente na posição de protagonista do seu processo de aprendizagem.

## HISTÓRIA DOS PERFUMES

A palavra perfume tem origem latina onde *per* = através e *fumum* = fumaça, portanto perfume significa através da fumaça. Esse nome foi dado devido à prática antiga de queima de madeira, especiarias, ervas e incensos que produziam fumaças perfumadas (ASHCAR, 2007).

A trajetória dos perfumes se inicia nas ervas utilizadas pelos egípcios, em que as fumaças eram utilizadas em rituais pela civilização egípcia a fim de que suas orações e preces chegassem mais rápido aos deuses. Tal prática desencadeou o surgimento do perfume a partir de 3000 a. C no Egito. Nos séculos seguintes, a Grécia passou a exportar óleos essenciais e, um pouco depois, a cidade da Babilônia, na Mesopotâmia, se tornou o centro comercial de especiarias e perfumes da época. Esse comércio permitiu que, aos poucos, as especiarias, óleos essenciais e perfumes se difundissem para outras civilizações, o que acabou resultando em outras utilidades e significados para os perfumes. Cleópatra, por exemplo, perfumava-se como forma de seduzir o general romano Marco Antônio (ASHCAR, 2007).

Na Idade Moderna, os perfumes ganharam força na França, devido à falta de higiene vigente no período, que provocava fortes e incômodos odores corporais. No reinado de Luiz XIV (1638-1715), a economia francesa ascende em parte devido à grande comercialização dos perfumes, pois na época os médicos aconselhavam os franceses a tomarem banho apenas uma ou duas vezes ao ano. Eles alegavam que o banho ocasionaria doenças e a higiene já estaria garantida se fossem usadas sempre roupas limpas (TREVISAN, 2011).

No século XIX, surge outra aplicação para os perfumes, eles se tornam aliados da medicina nas técnicas psicoterapêuticas (MARQUES; TOLEDO 2007). No século seguinte, Vasconcelos (2017) destaca que ocorreu um aumento na produção dos perfumes a partir dos avanços tecnológicos da época.

> "No começo do século XX, com a tecnologia mais desenvolvida, era possível uma melhor qualidade na produção de perfumes e o campo da perfumaria foi delineado. (...) A partir da década de 1950, os perfumes em geral, por questões toxicológicas, sofreram alterações".

A produção atual de perfumes não está mais concentrada na França e o Brasil é o terceiro mercado mundial em perfumaria, atrás apenas dos Estados Unidos e da União Europeia (NASCIMENTO, 2001). Os perfumes movimentam a economia mundial e não têm mais finalidade de somente proporcionar um cheiro agradável, hoje eles também estão associados com a arte a moda (VASCONCELOS, 2017).

De acordo com Paget (2007), o perfume pode ser definido como:

> "uma composição harmoniosa de diversas matérias-primas naturais e sintéticas. Cada uma dessas matérias-primas possui um ponto de evaporação específico. Algumas desaparecem em poucos minutos, outras permanecem por algumas horas, e há outras ainda que podem durar por um ou mais dias."

Dias e Silva (1996) também destacam que os perfumes são uma mistura complexa de compostos orgânicos, incluindo aqueles denominados fragrâncias. Essas fragrâncias são organizadas em 14 grupos de acordo com a volatilidade de seus componentes.

Os perfumes consistem na combinação de fragrâncias que foram agrupados nas diferentes notas: superior (cabeça), intermediária (coração) e fundo (DIAS & SILVA, 1996).

A nota superior é a parte mais volátil do perfume e por isso é possível detectá-la nos primeiros 15 minutos de evaporação, a nota intermediária leva de 3 a 4 horas para ser percebida e a nota de fundo é a parte menos volátil e leva de 4 a 5 horas para ser percebida. As fragrâncias presentes na nota de fundo são também denominadas fixadores do perfume (DIAS & SILVA, 1996).

Os óleos essenciais possuem esse nome por serem em sua maioria substâncias com baixa solubilidade em água, como os óleos, que contém a essência ou o odor da planta. Durante muitos anos os óleos essenciais, que constituem as fragrâncias, foram obtidos através das plantas (DIAS & SILVA, 1996). Esses óleos são compostos de volatilidade apreciável e que são necessários para a sobrevivência da planta, sendo produzidos nas

diferentes partes da planta: flores, cascas de frutos, folhas, pequenos grãos, raízes, cascas de árvores, resinas e sementes (WOLFFENBÜTTEL, 2007).

Wolffenbüttel (2007) também destaca os componentes dos óleos essenciais, que apresentam diversas estruturas químicas como terpenos, álcoois, cetonas, aldeídos, ácidos carboxílicos, ésteres, acetatos entre outras e cada um possui sua característica aromática e ação bioquímica.

A fim de preservar as características originais das substâncias presentes nos óleos, existem diversos processos industriais e artesanais para melhor extraí-los. (JUTTEL, 2007). A extração de uma essência natural pode ser feita por prensagem, maceração, extração com solventes voláteis, *enfleurage* ou através de destilação por arraste a vapor que é um método eficiente e de baixo custo (GUIMARÃES; OLIVEIRA; ABREU, 2000).

Atualmente, com o avanço da tecnologia, é possível capturar e sintetizar os odores das plantas no laboratório sem que nenhuma planta seja tocada. Isso é feito através de um processo chamado *Headspace* e Juttel (2007) explica o procedimento:

> "No Headspace, um objeto ou ambiente é isolado por vidrarias especiais no qual, todo o ar contido dentro da vidraria é bombeado e adsorvido (adsorção é a adesão de moléculas de um fluido para uma superfície sólida) por um polímero de alta adsorção, geralmente um tipo de resina orgânica. Uma vez capturadas pelo polímero, as substâncias aromáticas são levadas a um equipamento chamado cromatógrafo gasoso. Tal máquina possui várias colunas capilares que reagem de acordo com a afinidade ao tipo de substância ali introduzida. Aos poucos, a mistura é separada em fragrâncias individuais que são depois identificadas pelo espectômetro de massas." (Juttel, 2007)

Os perfumes podem ser classificados de diversas maneiras, sendo uma delas dependendo da concentração da essência. Quanto mais essência, ou seja, mais concentrado é o perfume, mais duradouro e caro ele custará (SCHNEIDER, 2016).

Segundo Schneider (2016) os perfumes são classificados em: extrato de perfume é o perfume de maior concentração de essência (15 - 40%) e sua duração na pele pode chegar a 24 horas, *eau de parfum* possui concentração de 10 - 15% e pode chegar a durar 12 horas na pele, *eau de toilette* é um perfume mais suave com 5 - 10% de essência que dura até 8 horas no corpo e água de colônia, que é o perfume mais suave conhecido, que possui concentração de 3 - 5% e dura até 6 horas.

## METODOLOGIA

A atividade formulada e aplicada incluiu um questionário investigativo, um texto elaborado sobre perfumes , debate e um roteiro para a aula experimental, e foi realizada com 67 alunos de três turmas diferentes do 2º ano do Ensino Médio em maio de 2017. Os alunos do 2º ano do Ensino Médio foram escolhidos para aplicação da atividade, pois já haviam estudado os conteúdos que seriam abordados na prática. Cada turma precisou ser dividida em dois grandes grupos por causa do tamanho do laboratório do instituto, que não

comportava todos os alunos de uma vez. Portanto, a metodologia descrita foi realizada seis vezes com grupos de onze alunos em média, em cada uma das aulas. Essa aula experimental, que compôs uma atividade obrigatória, teve duração de uma hora e quarenta e cinco minutos, e foi dividida em três etapas: questionário investigativo, texto introdutório e experimento.

Cada aluno recebeu inicialmente um questionário investigativo, com cinco questões para serem respondidas em dez minutos. Essa etapa teve como intuito analisar os conhecimentos prévios dos alunos sobre perfumes, sua composição e, a partir da estrutura de algumas moléculas presentes nas essências, analisar a que função orgânica elas pertenciam, além de correlacionar as estruturas ao ponto de ebulição das essências.

Após esse questionário, cada aluno recebeu um texto que foi elaborado para ser aplicado nesta aula, com informações sobre a fabricação artesanal de perfumes, seu contexto histórico, uso das essências como terapia e classificação de perfumes. Os alunos fizeram uma breve leitura silenciosa do texto e, posteriormente, foi realizado um debate sobre o que eles haviam acabado de ler, sendo que essa leitura do texto e debate sobre ele durou cerca de vinte minutos.

A terceira e última etapa da pesquisa foi a confecção de uma água de colônia. A turma foi dividida em dois grupos (meninos e meninas) e cada grupo recebeu um roteiro com os materiais e o procedimento a ser realizado para a confecção da água de colônia. Foram usados 10 mL de fixador galaxolide, 20 mL de essência e 70 mL de álcool de cereais. Todos os materiais utilizados no laboratório foram levados pela professora regente da turma, incluindo as essências feminina e masculina utilizadas, que foram Angel e Azzaro, respectivamente. Todo procedimento foi orientado pela aluna monitora, pela professora regente da turma e pelos estagiários presentes, com duração aproximada de trinta minutos. Após a confecção da água de colônia, cada aluno pôde levar para casa um pequeno frasco da amostra que produziu.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do questionário investigativo foi possível traçar o perfil dos 67 alunos e observar os conhecimentos prévios deles em relação ao assunto.

Através das respostas obtidas para a Questão 1: Com que frequência você usa perfume? foi possível observar que 75% dos alunos utiliza perfumes com frequência sendo que 63% utiliza pelo menos uma vez ao dia, o que indica que as essências estão presentes no cotidiano deles.

As respostas obtidas para a Questão 2: Você compra perfumes ou faz perfumes artesanalmente? indicaram que apesar de 63% dos alunos utilizarem perfumes pelo menos uma vez ao dia, 85% compra os perfumes e somente 2% dos alunos confeccionam perfumes. Este resultado indica que apesar das essências fazerem parte de seu cotidiano,

eles não tinham costume de realizarem manipulações das mesmas para obtenção de um produto que pudessem consumir.

Por meio das respostas da Questão 3: Quais são os componentes encontrados nos perfumes? é possível constatar que os componentes do perfume foram bastante citados pelos alunos (álcool foi citado 38% das vezes, essência 27% e fixador 13%) e as outras respostas como aroma, flores e substâncias orgânicas não estão corretas pois não são os componentes do perfume, mas mostram que os alunos sabem o mínimo sobre perfumes e óleos essenciais.

As respostas da Questão 4: Qual a origem das essências usadas nos perfumes? evidenciaram que mais da metade das respostas dos alunos dão uma explicação considerada correta, isto é, 23% da natureza e 35% de flores totalizando 58%. Uma porcentagem pequena dos alunos (apenas 9%) tem o conceito errôneo de que há reação química na origem das essências, enquanto apenas 9% afirma não saber e 8% relata genericamente que as essências são provenientes de compostos orgânicos. Este resultado indica que a maioria dos alunos tem uma ideia coerente sobre a origem das essências dos perfumes que eles usam.

Na última questão, questão 5: Dentre as estruturas de essências a seguir (Figura 1), classifique-as quanto as funções orgânicas, quanto ao número de ligações PI, quanto a temperatura de ebulição e escreva as fórmulas moleculares dos compostos pretendia-se observar se os alunos estavam familiarizados com os compostos orgânicos, as funções orgânicas e as interações intermoleculares envolvidas nas moléculas. Todos os alunos foram capazes de realizar o exercício, alguns com maiores dificuldades precisaram da ajuda da professora regente, dos estagiários presentes e da bolsista.

Figura 1: Fórmulas bastão dos principais componentes dos óleos essenciais presentes em frutas cítricas, rosas e flores de jasmim, respectivamente.

A segunda etapa constituiu na abordagem de um texto elaborado com conteúdo básico introdutório (Figura 1), que foi lido de maneira silenciosa e individual pelos alunos e após a leitura cada aspecto do texto foi debatido pela autora e pelos alunos. Alguns alunos participaram do debate tirando algumas dúvidas sobre o contexto histórico dos perfumes, sobre as técnicas de obtenção dos óleos essenciais e principalmente sobre as diferentes classificações dos perfumes quanto à concentração da essência.

As moléculas de algumas essências, e do fixador utilizado no experimento da terceira etapa, foram colocadas propositalmente no texto para que os alunos fossem capazes de relacionar as estruturas com as interações intermoleculares que ocorrem no perfume e na pele.

Na terceira etapa, confecção da água de colônia, foi observado que a maioria dos alunos se interessou por pelo menos uma das etapas e a etapa que mais houve interação dos alunos foi essa terceira etapa.

Cada um dos grupos foi organizado a fim de que cada aluno pudesse fazer uma parte do experimento. Um aluno de cada grupo foi responsável por fazer a medição do fixador, essência e álcool utilizando as pipetas descartáveis e um bécher, outro foi responsável pela homogeneização da solução em um outro bécher e outro foi responsável por transferir a água de colônia confeccionada para pequenos frascos que os alunos puderam levar para casa.

Durante cada uma das etapas do experimento, os alunos foram questionados sobre o que eles estavam executando. Foram questionados sobre a possibilidade de substituição do álcool pela água e sobre os conceitos de substâncias puras, compostas e soluções homogêneas e heterogêneas. Essas perguntas foram feitas para os alunos durante o experimento a fim de resgatar alguns conteúdos já vistos em séries anteriores durante a aula de Química e principalmente entender o uso da essência, do álcool e do fixador na confecção das diferentes classificações de perfumes.

Nessa terceira etapa, os alunos se mostraram muito interessados e participativos, todos queriam interagir de alguma parte da confecção da água de colônia. Os discentes também ficaram muito empolgados por poderem levar o produto para casa.

## CONCLUSÕES

Visto que os assuntos abordados durante a aula experimental já haviam sido tratados em sala de aula, a atividade experimental com o tema perfumes teve como objetivo mostrar aos alunos que esses assuntos estão inseridos em seu dia-a-dia, o que foi conseguido, tendo em vista as ideias que eles apresentaram no debate.

A primeira etapa (questionário investigativo) mostra que, apesar do tema perfumes ser do conhecimento de todos os alunos, poucos sabiam sobre sua composição, portanto o questionário investigativo proporcionou esta detecção.

Na segunda etapa (texto introdutório), os alunos puderam ler sobre a fabricação de perfumes, seu contexto histórico e entender mais sobre os óleos essenciais. Essa etapa gerou muitas perguntas relacionadas aos assuntos do texto, o que confirma que essa etapa foi fundamental para estimular os alunos.

Após sanadas as dúvidas, na terceira etapa, os alunos confeccionaram uma água de colônia. Essa etapa foi necessária para o entendimento do processo de confecção

de perfumes, que eles haviam lido na etapa anterior, e foi o momento que gerou maior euforia por parte dos alunos, o que indica que os alunos ficaram motivados e mostra a necessidade de mais aulas experimentais para ajudar na compreensão dos fenômenos químicos estudados.

Todas as etapas do presente trabalho foram essenciais para ajudar os alunos a entenderem melhor a química apresentada muitas vezes de maneira abstrata em sala de aula. As atividades experimentais são fundamentais para uma aprendizagem significativa e conseguem relacionar a teoria e a prática que muitas vezes é distante da realidade do aluno, além de alocar o aluno na posição de protagonismo de seu processo de aprendizagem.

## REFERÊNCIAS


ALBERGARIA, M.B. **Caracterização das principais dificuldades de aprendizagem em química de alunos da 1° série do Ensino Médio**. Universidade de Brasília – UnB, pp. 14, 2015.

ASHCAR, R. **A história do perfume da antiguidade até 1900**. Revista Eletrônica de Jornalismo Científico. São Paulo, set, 2007. Disponível em: <http://www.comciencia.br>. Acesso em 3 nov. 2023.

DIAS, S.M.; SILVA, R.R. **Perfumes: uma química inesquecível**. Química Nova na Escola, nº 4: 3-6, 1996.

GUIMARÃES, P.I.C.; OLIVEIRA, R.E.C.; ABREU, R.G. **Extraindo óleos essenciais de plantas**. Química Nova na Escola, n° 11, 2000.

JUTTEL, L.P. **A divina química das fragrâncias**. Revista Eletrônica de Jornalismo Científico. São Paulo, set, 2007. Disponível em: <http://www.comciencia.br>. Acesso em 3 nov. 2023.

KAZMIERCZAK, E.; ROCHA, R.N.; SKEIKA, Q.; FREIRE, L.I.F.; SILVA, J.B. **Aromas e odores: ensino de funções orgânicas em sequências de ensino-aprendizagem**. Actio, Curitiba, v. 3, n. 2: 214-236, 2018.

MARQUES, M.O.M.; TOLEDO, R. Óleos essenciais... história e sua importância para a indústria de perfumaria. Revista Eletrônica de Jornalismo Científico. São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.comciencia.br>. Acesso em 3 nov. 2023.

NASCIMENTO, O.S. **História e futuro da perfumaria**. Faculdade de Ciências Farmacêuticas USP – Educação. Ano: 34, nº: 14, set. 2001. Disponível em: < http://www.usp.br/aun/antigo/exibir?id=167&ed=22&f=30>. Acesso em 03 nov. 2023.

OLIVEIRA, J.R.S. **A Perspectiva Sócio-histórica de Vygotsky e suas Relações com a Prática da Experimentação no Ensino de Química**. Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 3, n. 3: 25-45, nov. 2010.

PAGET, O. **Processo de criação de um perfume**. Revista Eletrônica de Jornalismo Científico. São Paulo, set, 2007. Disponível em: <http://www.comciencia.br>. Acesso em 3 nov. 2023.

PESSOA, W.R.; ALVES, J.M. **Motivação para aprender química: configurações subjetivas de estudantes do Ensino Médio**. Interacções, n. 39: 589-601, 2015.

SCHNEIDER, D. **Qual a diferença entre extrato de perfume e água de colônia?**. Super Interessante, 2011. Disponível em <https://super.abril.com.br/cultura/qual-a-diferenca-entre-extrato-de-perfume-e-agua-de-colonia>. Acesso em 31 out. 2023.

SILVA, D.P.S.; GUERRA, E.C.S. **Jogos didáticos como ferramenta facilitadora no ensino de química**. Monografia (Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Inhumas, p. 51, 2016.

TREVISAN, C.A. **História dos Cosméticos**. Conselho Regional de Química. IV Região, 2011. Disponível em: < https://www.crq4.org.br/historiadoscosmeticosquimicaviva>. Acesso em 3 nov. 2023.

VASCONCELOS, M.R.C. **O perfume e a moda: Presença, perspectivas e o despertar dos sentidos**. Monografia (Bacharelado em Moda). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, p. 68, 2017.

WOLFFENBÜTTEL, A.N. Óleos essenciais. Informativo CRQ-V, ano XI, nº 105: 6-7, 2007.

# CAPÍTULO 6

# PREPARO DE CATALISADORES BIMETÁLICOS DE $TIO_2$ E $CU(NO_3)_2$ SUPORTADOS EM CASCA DE PEQUI (*CARYOCAR BRASILIENSE CAMB*) PARAO ABATIMENTO DE AZUL DE METILENO POR MEIO DA FOTOCATÁLISE HETEROGÊNEA

*Data de submissão: 06/11/2023* *Data de aceite: 01/12/2023*

**Mateus Lima Coutinho**
Instituto Federal Baiano Guanambi – Bahia
https://lattes.cnpq.br/7045357263711610
Hilma Conceição Fonseca Santos Instituto Federal Baiano
Catu-Bahia
http://lattes.cnpq.br/8367020189590800

**Matheus dos Santos Rocha**
Instituto Federal Baiano Guanambi – Bahia
https://lattes.cnpq.br/779992125633954

**Paulo Henrique Brito Figueiredo**
Instituto Federal Baiano Guanambi-Bahia
http://lattes.cnpq.br/1414902339840530

**RESUMO:** A contaminação das águas por rejeitos industriais é um embate da sociedade moderna, pois muitas substâncias lançadas nos efluentes, como o corante azul de metileno, são tóxicas e prejudicam a realização de atividades vitais dos organismos. Em função desse impasse, busca-se por tecnologias sustentáveis para degradar essas espécies químicas, com destaque para o uso das biomassas, devido ao seu baixo custo e suas estruturas porosas que as confere boa eficiência adsortiva. Também enfatiza-se a utilização de compósitos, materiais formados pela junção de características de espécies pioneiras a fim aperfeiçoar processos, nesse caso, a degradação de poluentes. Outra alternativa para essa finalidade é a fotocatálise heterogênea, caracterizada como um Processo Oxidativo Avançado, ela apresenta-se como um meio eficaz devido à capacidade de mineralizar as espécies prejudiciais por meio da irradiação de luz em um semicondutor. Esse trabalho formulou compósitos monometálicos de casca de pequi suportados com TiO2 e bimetálicos com os mesmos materiais adicionando-se nitrato de cobre e submeteu-os à fotocatálise heterogênea para degradar o azul de metileno. Após os testes fotocatalíticos os materiais foram caracterizados por DRX, aonde foram encontradas as fases do $TiO_2$ rutila e anatase. No que se refere à degradação do corante, obteve-se como resultados 100% de degradação para o catalisador feito com a mistura de $TiO_2$ e biomassa (B:1/TiO2) e 92,14% para o formado pela mistura das mesmas substâncias acrescido de 10% de cobre (B:1/TiO2-10Cu) esses dados podem ser considerados promissores, haja vista que o compósito (B:1/TiO2) obteve resultado mais eficiente do que o $TiO_2$ comercial.

**PALAVRAS-CHAVE:** Compósitos. Descontaminação. Fotocatálise. Pequi.

## PREPARATION OF BIMETALLIC CATALYST OF TIO2 AND CU(NO3)2 SUPPORTED ON PEQUI PEEL (CARYOCAR BRASILIENSE CAMB) FOR THE ACHIEVEMENT OF METYLENE BLUE BY MEANS OF HETEROGENEOUS PHOTOCATALYSIS

**ABSTRACT:** Contamination of water by industrial waste is a major challenge for modern society, as many substances released into effluents, such as methylene blue dye (C16H18ClN3S), are highly toxic and impair the performance of vital activities of living organisms. Due to this impasse, researches have been engaged in the search for sustainable technologies for the degradation of these harmful chemical species, with emphasis on the use of biomasses, due to their low cost and their porous structures that give them good adsorptive efficiency, has also gained space. the use of composites, materials formed by joining characteristics of pioneer species in order to improve processes, in this case, the degradation of pollutants. Another alternative is heterogeneous photocatalysis, an Advanced Oxidative Process.This work aims to formulate pequi bark composites (biomass) supported with copper nitrate and submit them to heterogeneous photocatalysis to degrade methylene blue. After the photocatalytic tests the materials were characterized by XRD, 100% of degradation was obtained for the catalyst made with the mixture of TiO2 and biomass and 92.14% for the one formed by the mixture of the same substances plus 10% of copper these data can be considered promising, given that the composite TiO2 and copper-free biomass obtained more efficient results than commercial TiO2, which is the material most commonly used in photocatalysis today.
**KEYWORDS**: Composites. Decontamination. Photocatalysis. Pequi.

## INTRODUÇÃO

A partir do processo de urbanização e industrialização a sociedade passou a enfrentar problemas referentes à contaminação ambiental, caracterizados pela poluição dos rios, morte de peixes e transmissão de doenças (ARRUDA *et al*, 2017). Este cenário é intensificado pela deposição de compostos químicos nocivos, os quais são descartados no meio ambiente, sobretudo pela indústria têxtil, haja vista que seus rejeitos são tidos como um dos mais poluentes em termos de composição química porque afetam tanto os efeitos estéticos das águas, quanto influenciam também na disponibilidade de oxigênio para seres vivos (LALNUNHLIMI e KRISHNASWAMY, 2016; GANODERMAIERI *et al*., 2005; KUNZ *et al*., 2002; OLIVEIRA e SILVA, 2013).

Os métodos apontados na literatura para o tratamento de efluentes contaminados, tais como: oxidação, filtração, precipitação, floculação entre outros, no caso de moléculasde elevada estabilidade química, como os corantes, são pouco eficientes, além disso, têm um custo elevado (GOSCIANSKA *et al*., 2015; SONWANI *et al*.,2019).

Diante dessa situação, é necessário avaliar alternativas eficientes e pouco custosas para remover esses poluentes das águas, uma delas é a utilização de carvões ativados oriundos de biomassa em função da alta área superficial e porosidade, com isso é possível que por meio do fenômeno de superfície adsorção haja a retirada do poluente da fase

aquosa. Após a adsorção, é necessário haver a degradação dos poluentes, tendo em vista a redução da toxicidade do composto. Para esse fim, destacam-se os Processos Oxidativos Avançados (POA´s), eles ocorrem por intermédio de espécies com elevado poder oxidativo, como o radical hidroxila (•OH), capaz de interagir com moléculas orgânicas tóxicas e convertê-las em atóxicas (NOGUEIRA *et al*., 2007; ARAÚJO *et al*., 2016; FERREIRA e DANIEL, 2004).

Alguns dos POA's existentes incluem: Fenton, Ozonização e Fotocatálise heterogênea (JIMENEZ *et al*., 2019). Entre estes, destaca-se a fotocatálise, ela é uma técnica baseada na produção de radicais hidroxila por meio da irradiação de luz em um semicondutor. Ela apresenta as vantagens de ser pouco custosa, de fácil operacionalização e alta eficiência na degradação de moléculas complexas (HAMEED *et al*.,2009). mais espécies que, após serem unidas, apresentam melhor desempenho do que seus originários separadamente (VENTURA, 2009). Eles podem ser formados por meio de matrizes sintéticas ou naturais (CALEGARI e OLIVEIRA, 2016). Por isso, podem ser empregadas as biomassas como suportes para o semicontudor, apropriando-se assim do alto poder de retenção, de modo que será permitido associar ao compósito as propriedades adsortivas, oriundas da biomassa, com a alta eficiência fotocatalítica dos semicondutores (CASTRO *et al*., 2009). A utilização da casca de pequi (Caryocar brasiliense Camb) como biomassa nessa pesquisa, justifica-se em função da possibilidade de dar utilidade e agregar valor a resíduos agrícolas que geralmente são descartados no meio ambiente (VILAPLANA *et al*., 2010; VALDMAN, 2001). No caso do pequi, por exemplo, depois de consumido, cerca de 84% do fruto (correspondente à casca), é descartado na forma de resíduo, pois não apresenta valor comercial (MORAIS *et al*., 2016).

Logo, a utilização desse material, por ter características de biomassa, apresenta vantagens de possuir: estruturas carbonáceas com elevada área superficial específica, grande quantidade de poros, estabilidade térmica e grupos reativos em sua estrutura o que facilita o processo de adsorção (FERREIRA e DANIEL, 2004). Tendo em vista as questões acima discutidas, este trabalho se justifica por apresentar uma alternativa eficiente, pouco custosa, tecnológica e de cunho sustentável, além de possibilitar a utilização de uma matéria prima abundande e cultivada nas regiões circuvizinhas, até então com pouca utilidade, para o preparo de compósitos de biomassa/TiO2 e Biomassa/Cu(NO3)2 com o intuito de verificar sua eficácia para o processofotocatalítico na degradação do corante industrial azul de metileno.

Nesta pesquisa, utilizou-se a casca do fruto do pequi suportada no TiO2 para a produção e um catalisador e outro a partir da junção entre a biomassa, o TiO2 e 10% de cobre originário do nitrato de cobre, Cu(NO3)2, a fim de se avaliar qual possui melhor eficiência na Fotocatálise.

## DESENVOLVIMENTO

### Utilização de corantes pelas indústrias têxteis

Os corantes podem ser considerados como um dos mais comuns e importantes poluentes, geralmente os mais utilizados têm grupamentos: azo (grupo –N=N- ligado a um anel aromático), antraquinona (grupo =C=O e =C=C=), tio (grupo>C=S) (FORGACS *et al*., 2004). Ao serem aplicados em tecidos, por exemplo, eles precisam ser resistentes a potenciais agentes capazes de degradá-los ou descolori-los tais como: lavagem, água clorada e suor (GUPTA, 2009). Todavia, quando os corantes são descartados em meio aquoso, sua elevada estabilidade química e sua capacidade de se solubilizar em água os tornam resistentes à degradação (AHMAD *et al*., 2020). Esses materiais são potencialmente perigosos para as espécies aquáticas, pois são capazes de provocar poluição às águas gerando eutrofização e subprodutos tóxicos vindos de oxidação, hidrólise ou outras reações químicas (PREVOT, 2001). É importante destacar o azul de metileno (AM), ele é um corante amplamente utilizado para tingimento de seda, algodão, madeira, papéis coloridos. É um corante catiônico, de fórmula molecular C16H18N3SCl, e estrutura representada na figura 01, pertencente à classificação das tiazinas (DAVARNEJAD *et al*., 2020).

Embora esse composto, em termos de toxicidade, não seja tão perigoso quanto os metais-traço a exposição excessiva a ele pode ocasionar alguns danos como: dores de cabeça intensas, náuseas, vômitos e necrose de tecidos ao indivíduo ou ser vivo em geral (OLIVEIRA, 2013).

### Processos Oxidativos Avançados (POA´s)

Para a degradação rápida e eficiente de poluentes orgânicos é importante destacar a utilização dos Processos Oxidativos Avançados ou simplesmente (POA´s) como auxiliadores no tratamento de efluentes contaminados. As moléculas que constituem os poluentes e corantes contaminantes detêm em sua estrutura química características que lhes conferem uma estabilidade extremamente elevada o que é um problema para técnicas de tratamento tradicionais. Nesse sentido, os POA´s surgem como tecnologias importantes para degradá-los de maneira completa (MARCELINO, 2013). Seu uso no tratamento de águas residuais tem se firmado como uma alternativa altamente viável, isso porque eles são capazes de remover tanto poluentes orgânicos quanto inorgânicos, além de melhorarem a estética do efluente devido à descoloração e desodorização da água (IGUNNU, 2012). A completa oxidacão dos contaminantes é uma grande vantagem da utilização dos POA´s, condição essa que outros tratamentos, como o uso de carvões ativados industriais, não são potencialmente capazes de fazer, estes apenas conseguem que o poluente mude de fase o que não se configura como algo tão eficaz já que seriam necessárias outras etapas de tratamento para eliminar o corante de maneira definitiva (JIMÉNEZ et al., 2019). Alguns

pontos negativos desses processos é que, devido à alta seletividade dos radicais hidroxilas é possível que além das moléculas alvo espécies inorgânicas presentes nos corpos d´água sejam indevidamente atacadas. Também, alguns desses necessitam de quantidade muito elevada de Peróxido de Hidrogênio (H2O2) para formar altos índices de radicais, fato esse que pode elevar os custos de produção (MARCELINO, 2013).

## Fotocatálise heterogênea

A Fotocatálise tem se destacado no tratamento de água em função da sua capacidade significativa para o abatimento de poluentes, corantes e patógenos em águas residuais, bem como devido a seu baixo consumo energético e pela pouca utilização de produtos químicos (LIN *et al.*, 2019). Isso ocorre porque ao se irradiar luz sobre uma superfície metálica (semicondutor) são geradas lacunas com espécies altamente reativas e capazes de mineralizar completamente contaminantes orgânicos tais como: radicais hidroxilas e superóxidos (LIN *et al.*, 2019). Essa técnica se fundamenta na emissão de radiação ultravioleta (UV) e/ou visível (Vis) a um semicondutor, como o TiO2, para que se inicie o processo

fotocatalítico. Os semicondutores por natureza possuem a banda de valência (BV) de menor energia e a banda de condução (BC) de maior energia e, intermediária a essas, a banda proibida, conhecida como "*band gap"* (SCHALENBERGER *et al*,.2018) . O esquema de ativação fotocatalítica é apresentado na figura 01 abaixo:

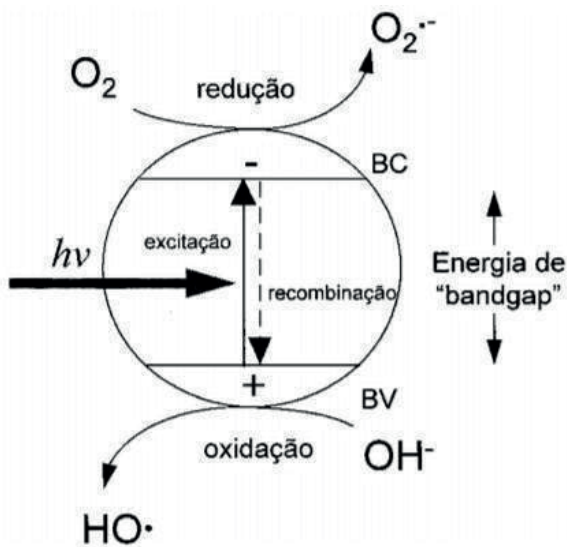



Figura 01: Esquema simplificado da ativação fotocatalítica do semicondutor

Fonte: NOGUEIRA E JARDIM, 1997.

O processo se inicia quando o metal absorve uma quantidade de energia (hv) maior do que a energia da band gap e tem seus elétrons da banda de valência (BV) excitados. Estes elétrons saem de seu estado fundamental e vão em direção à banda de condução (BC), ela fica com elevado potencial redutor devido a disponibilidade muito alta de elétrons em superfície, por isso é esperada uma elevada capacidade de redução de metais ou outras substâncias dissolvidas nessa localidade, a excitação eletrônica implica também na formação de uma vacância positiva na BV, também chamada de "buraco" (h+), essa possui grande potencial oxidativo, capaz de propiciar a formação de íons (•OH) que, tendo em vista sua baixa seletividade e elevada reatividade, mineralizam os contaminantes orgânicos (ARAÚJO *et al*., 2016).

## Utilização de Compósitos de biomassa/metal para o abatimento de corantes

A produção de compósitos é um método científico e tecnológico de grande importância e eficiência, devido à junção de características adsortivas dos metais em superfície com as da biomassa (DA SILVA *et al*., 2019). Uma das vantagens desse método é a pouca necessidade de materiais, o que elimina a utilização de certos equipamentos e torna o processo mais simplificado (CASTRO *et al*., 2009; JEYAMURUGAN, *et al*., 2014). Espera-se com o preparo desses materiais, resultados mais eficientes no tratamento do que seus constituintes usados separadamente (CALLISTER, 2002). Ainda, para Callister, os materiais compósitos exibem proporções significativas de suas espécies percussoras em fases distintas e isso facilita uma melhor combinação nas propriedades químicas e, consequentemente, na utilização para seu devido fim. Por exemplo, o melhoramento de atividades catalíticas de alguns materiais se dá em função de uma sinergia entre as fases, ou seja, há uma colaboração energética entre os materiais para favorecer o aprimoramento do processo (PINTO, 2018). O processo de sinergia pode se dar minimizando a energia necessária para a promoção eletrônica devido à sobreposição das camadas no compósito, aumento expressivo na área superficial do material e diminuição na recombinação elétron/buraco devido às alterações estruturais oriundas da modificação dos constituintes (PINTO, 2018).

## METODOLOGIA

A proposta metodológica desse trabalho é uma adaptação dos estudos de Nascimento *et al*., 2020, Da Rosa *et al*., 2019 e Dalponte, 2015. Os reagentes usados para essa pesquisa foram: Casca de pequi, Dióxido de Titânio (Dinâmica), Azul de metileno (Dinâmica), água destilada, álcool étilico e Nitrato de Cobre tridratado.

## Tratamento da biomassa casca de pequi

As cascas de pequi (*Caryocar brasiliense camb*) foram coletadas na cidade de Caculé-Ba. O material foi lavado diversas vezes em água deionizada a fim de que fossem eliminados possíveis interferentes. Posteriormente, foram secas em estufa por 24 horas em temperatura de 100 °C para eliminação da água residual. Por fim, a biomassa foi moída em moinho de facas, seca em dessecador por 24 horas e peneirada em peneirador automático até que se atinja partículas com mesh 60 e diâmetros médios (0,246 mm).

## Preparação do compósito Casca de pequi- $TiO_2$

Após o tratamento da biomassa, foi iniciado o processo de preparo dos compósitos. Inicialmente, foram pesados 25 g de $TiO_2$, essa massa foi colocada em um balão de fundo chato e foi feita a dissolução com 140mL de solução alcoólica 70%(v/v) e 115 mL de água destilada, em seguida foram pesados e colocados na mistura 25g da biomassa tratada a fim de se formar uma pasta homogênea. O material foi levado ao rota-evaporador, a 80 rpm, em banho termostático à temperatura ambiente por 2 horas. Após esse tempo,a amostra foi posta em contato no banho por mais 1 hora em temperatura 70°C. A mistura resultante foi levada à estufa por mais 24 horas e em seguida macerada até que se obtivesse o pó. O material foi colocado em cadinhos de porcelana e calcinado em mufla por 2 horas a

400 ºC em rampa de aquecimento $10°C.min^{-1}$. Todo esse procedimento experimental foi repetido para outra amostra. Em seguida, uma delas será devidamente separada e rotulada (B:1/$TiO_2$) enquanto a outra será submetida ao processo de impregnação com cobre para que se obtivesse o compósito bimetálico. Para isso, a massa do material calcinado foi pesada e calculou-se 10% dela para se adicionar o cobre oriundo do $Cu(NO_3)_2$. Após pesada a massa deste reagente, foram feitas soluções de 100mL seguida da impregnação gota a gota em uma bureta e sob agitação no compósito por um período de 1 hora. Posteriormente, com a mistura já impregnada, o material seguiu para estufa (100°C por 24 horas) depois serão recalcinadas a 300°C em rampa $10°C.min^{-1}$ por 1 hora. Por fim, o compósito foi rotulado de B:1/$TiO_2$-10Cu.

## Fotocatálise Heterogênea

Para os testes fotocatalíticos, foi preparada uma solução de azul de metileno em concentração comum de $25mg.L^{-1}$. Foi construída a curva de calibração com soluções de azul de metileno em para que se obtivesse o valor do coeficiente de correlação linear ($r^2$) próximo de 0,999. Após isso, uma amostra do corante foi colocada no espectrofotômetro e obteve-se uma absorção máxima na faixa de 665 nm. Foi feita uma leitura do branco e na sequência foram colocados 100 mL da solução $25mg.L^{-1}$ em um béquer e misturada a 0,2 g do catalisador B:1/$TiO_2$. A mistura foi levada ao reator fotocatalítico (Figura 04),

o qual foi montado a partir de uma adaptação tendo como base o trabalho de Dalponte e colaboradores (2015), e submetida à irradiação da luz de vapor de mercúrio e agitação magnética.

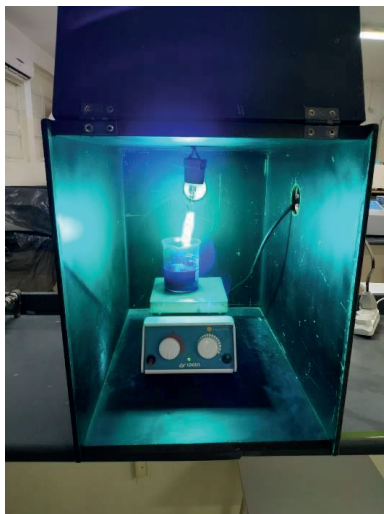



Figura 04: Reator fotocatalítico confeccionado com materiais de baixo custo

Fonte: Autores, 2021

Foram retiradas alíquotas e feitas as leituras no espectofotômetro UV-Vis a cada 15 minutos para a primeira hora e a cada 30minutos para a segunda. Todos esses processos foram repetidos para o catalisador de B:1/TiO2-10Cu,bem como TiO2 comercial e um teste de fotólise para que fosse possível avaliar a eficiência fotocatalítica dos dois compósitos e compará-los com esses outros dois parâmetros.

## Caracterização dos Catalisadores

Os catalisadores foram caracterizados por técnicas estabelecidas em função do material e da reação. De modo geral, foram empregadas: Difração de raios X; a qual foi realizada no IFBaiano *campus* Catu. Foram também realizadas análises por meio da decomposição da matéria orgânica da biomassa em mufla para a determinação do teor de cinzas (método ASTM E-1755); e determinação do teor de umidade (método ASTM-E 1756) da casca de pequi no IFBaiano *campus* Guanambi.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Análise do teor de umidade e teor de cinzas da casca de pequi *in natura*

Os resultados do teor de cinzas e o teor de umidade estão descritos na tabela 01 abaixo:

| Biomassa | % de teor de umidade | % de teor de cinzas |
|---|---|---|
| Casca de pequi | 5,28% | 4,32% |

Tabela 01: Resultados para os testes de teor de umidade e cinzas para a biomassa casca de pequi

Fonte: Autores, 2022.

De acordo com os resultados obtidos em relação ao referido teor presente na casca de pequi, verifica-se que a biomassa possui um valor baixo de teor de umidade (5,28%), logo constata-se que houve uma baixa perda de massa nesse material. No que tange ao percentual de teor de cinzas, a biomassa em estudo também obteve um baixo valor (4,32%), esse parâmeto traz informações importantes acerca da característica adsortiva de biomassas, haja vista que elevados teores de cinzas podem alterar as características químicas e afetar negativamente o processo adsortivo das biomassas (SILVA, 2014).

### Análise Qualitativa da DRX

O difratograma de raio X 01 abaixo representa os perfis cristalográficos dos compósitos B:1-TiO2B:1-TiO2-10Cu e do TiO2 comercial :

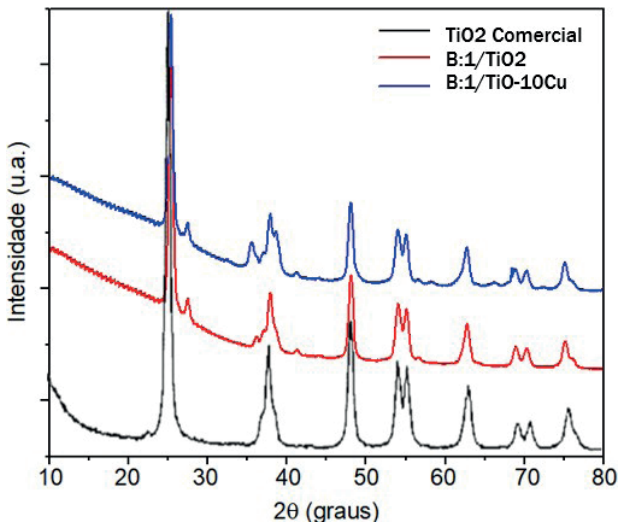



Gráfico 01: Difratograma de raios X para os compósitos B:1/TiO2, B:1/TiO2-10Cu e TiO2 Comercial

Fonte: Autores, 2022

De acordo com as fichas cristalográficas para o TiO2 comercial retiradas do banco de dados JCPDS 21-1276 (rutila) e JCPDS 89-4921(anatase), é possível fazer algumas comparações com os perfis cristalográficos obtidos para os compósitos produzidos. O gráfico que representa o TiO2 comercial, foi adaptado do trabalho de Stropa e colaboradores (2016). Conforme Nascimento (2020), os picos de difração para o TiO2 apresentaram reflexões com valores em Bragg $2\theta$ igual a: 25,35°, 37,81°, 48,07°, 54,04°, 55,21°, 68,83, 70,39° e 75,03° valores esses correspondentes à fase anatase. Os valores encontrados para ambos os compósitos produzidos foram de: 25,35°, 37,99°,47,95°, 53,99°, 55,12°, 68,86°, 70,41°, e 75,04°. Os valores de 27,38°, 35,99°, e 62,72° de acordo com a ficha JCPDS 21-1276 são alguns dos valores que correspondem à fase rutila. Nos materiais produzidos, por sua vez, os ângulos encontrados foram de: 27,54°, 36,91° e 62,73°. Diante disso, embora haja algumas pequenas oscilações dos valores padrão das fichas, é possível inferir que as fases anatase e rutila estão presentes em ambos os compósitos. Em termos qualitativos e conforme a análise do difratograma acima representado, é possível observar que a fase anatase está mais presente nos compósitos produzidos. A fase broquita não foi identificada nesse estudo.

As principais diferenças entre as três fases do TiO2 dizem respeito às distintas orientações espaciais, tamanhos e ângulos das ligações entre o titânio e o oxigênio (DIEBOLD, 2003). No que se refere aos aspectos ligados à fotocatálise, a fase anatase é a mais ativa, a literatura aponta que essa fase possui uma maior área superficial específica, maior tempo de vida útil dos elétrons em estado de fotoexcitação e maior valor de band gap 3,2 eV (MONTANHERA et., al, 2016; OHAMA, 2011). De acordo com Eskandarloo e colaboradores (2015) a ausência de reflexões características para o cobre pode ter ocorrido devido a sua pouca quantidade na amostra (10%) ou devido a sua dispersão ao longo da superfície do óxido, esse mesmo comportamento foi observado no estudo de Santos (2017), no qual a presença de cobre em baixos percentuais não provocou a presença de picos característicos nos difratogramas.

## Teste fotocatalítico

O gráfico 03 mostrado abaixo sintetiza os resultados em termos de degradação do corante azul de metileno quando submetido à fotocatálise heterogênea com os diferentes catalisadores utilizados: B:1/TIO2, B:1/TIO2-10Cu, TiO2-Comercial, os quais representam respectivamente os compósitos de casca de pequi e TiO2 em proporções massa/massa 1:1 isento de cobre; compósitos de casca de pequi e TiO2 em proporções massa/massa 1:1 com 10% de cobre em sua massa total; e o dióxido de titânio comercial da marca Degussa; também foi feito o estudo do teste de fotólise, isso é, a solução de (AM) submetida a radiação no reator sem a presença dos catalisadores.

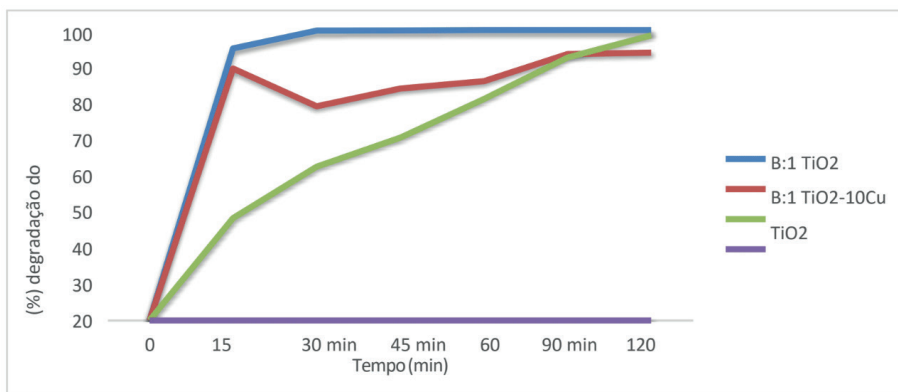



Gráfico 02: Percentual de degradação de azul de metileno por fotocatálise por meio dos compósitos produzidos, TiO2 comercial e por fotólise.

Fonte: Autores, 2022.

A partir do gráfico é possível identificar que todos os dois compósitos produzidos obtiveram elevados percentuais de degradação logo nos 15 primeiros minutos de reação. Nota-se também que ao se considerar todo o intervalo de tempo no qual o corante azul de metileno é submetido à degradação fotocatalítica,o compósito mais efetivo para essa finalidade foi o B:1/TIO2. Ao comparar esse catalisador e o B:1 TiO2-10Cu, a maior eficiência na degradação no primeiro (100%) em relação ao segundo (92,24%) durante os 120 minutos de reação pode ser explicada devido a probabilidade do composto químico Cu(NO3)2, utilizado como fonte provedora dos íons de cobre no compósito, dificultar a formação dos radicais hidroxilas. Conforme Ferreira (2005), a presença de algumas substâncias inorgânicas como: fosfatos, nitratos, cloretos, sulfatos entre outras pode prejudicar a atividade catalítica do TiO2 devido a afinidade desses íons por esse óxido e a consequente competição pelos sítios ativos do catalisador, além disso a presença de outras espécies químicas, como o cobre, pode atuar como competidor com o TiO2 pela luz irradiada e isso pode minimizar os efeitos de fotocatálise.

Cabe ressaltar que o teste de fotólise realizado não obteve efeito no intervalo de tempo estudado e no reator utilizado. O TiO2 comercial, descrito na literatura como o semicondutor mais utilizado para a fotocatálise, obteve 98,16% de degradação após 2 horas de reação, valor muito próximo ao catalisador B:1/TIO2, todavia, o tempo para que tal patamar de degradação seja atingido é muito superior ao compósito produzido, já que ele nos 30 primeiros minutos degrada cerca de 99,83% do corante. Na literatura, outros estudos corroboram com este no que refere a degradação de corantes. Nascimento e colaboradores estudaram o efeito da degradação de alaranjado de metila usando compósitos em proporção 1:1 e 1:2 de TiO2 e semente de manga, o primeiro obteve 96% de degradação e o segundo 86% em 90 minutos de reação, Costa 2018, por sua vez,

conseguiu 80% de descoloração da Rodamina B usando compósito de biomassa de coco-ariri com FeCl3.

## CONCLUSÃO

Conclui-se a partir desse trabalho que o resíduo agrícola casca de pequi quando misturado com o $TiO_2$ potencializou suas características enquanto fotocatalisador nos compósitos produzidos, uma vez que o tempo para a integral degradação do azul de metileno foi reduzido em aproximadamente 60 minutos no caso do B:1/ $TiO_2$. Os testes de teores de cinzas e de umidade indicam que a casca de pequi pode ser vista como uma biomassa promissora para estudos subsequentes com esse material como matéria prima para adsorventes ou fotocatalisadores, já que há poucos estudos na literatura na área de cinética e catálise.

## REFERÊNCIAS


AHMAD, A.; JINI, D.; ARAVIND, M.; PARVATHIRAJA, C.; ALID, R.; KIYANIE, M. Z.;

ALOTHMAN, A. **A novel study on synthesis of egg shell based activated carbon for degradationofmethylene blue via photocatalysis**. *Arabian Journal of Chemistry*, v. 13,p.8717–8722, 2020..

ARAÚJO, K. S.; ANTONELLI. R.; GAYDECZKA. B.; GRANATO. A. C.; POINTER, G. R.

P. **Processos oxidativos avançados: uma revisão de fundamentos e aplicações no tratamentode** águas **residuais urbanas e efluentes industriais**. *Revista Ambiente & Água*, v.11, n. 2, p. 387-401, 2016.

ARRUDA, V. C. M.; CIRILO, J. A.; DE PAULO SILVA, V.; TAVARES, R. G. **Production and Perception of Agricultural Reuse in a Rural Community**. *Revista Geama*, v. 3, n. 3,p.163-167, 2017.

CALLISTER, William D. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. Rio de Janeiro: LTC, p. 389, 2002.

CASTRO, C. S.; GUERREIRO, M. C.; OLIVEIRA, L. C.; GONÇALVES, M. **Remoção de compostos orgânicos em água empregando carvão ativado impregnado com óxido de ferro: ação combinada de adsorção e oxidação em presença de H2O2**. *Química Nova*, v. 32, no. 6,p.1561–1565, 2009.

DA SILVA, C. P.; SOUZA, M. O. G.; SANTOS, W. N. L.; SILVA, L. O. B. **Otimização dos Parâmetros de Produção de Compósitos de Bagaço de Cana e Sais de Ferro para Uso naAdsorção de Corantes.** *The Scientific World Journal*, vol. 2019.

DALPONTE, I. ***Degradação fotocatalítica de tartrazina com TiO2 imobilizado em esferas de alginato***. 2015. Dissetação (Mestrado em em Meio ambiente Urbano e Industrial)- Depertamento de Tecnologia. Universidade Federal do Paraná, 2015.

DAVARNEJAD, R.; AFSHAR, S.; ETEHADFAR, P. **Activated carbon blended with grapestalks powder: Properties modification and its application in a dye adsorption.** *Arabian Journal of Chemistry* v.13, p.5463–5473, 2020.

DIEBOLD, U. **The Surfase science of titanium dioxide**. *Surface Science Reports*, v.48,p.53-229, 2003.

FORGACS, E.; CSERHÁTI, T.; OROS, G. **Removal of synthetic dyes from wastewaters:areview**. *Environment International* v.30, p. 953-971, 2004.

GANODERMAIERI, G.; CENNAMO, G.; SANNIA, G. **Remazol Brilliant Blue R Decolourisation by the Fungus Pleurotus ostreatus and Its Oxidative Enzymatic System**. *Enzymeand Microbial Technology*, p. 17-24, 2005.

GOSCIANSKA, J.; PTASZKOWSKA, M.; PIETRZAK, R. **Equilibrium and kinetic studies ofchromotrope 2R adsorption onto ordered mesoporous carbons modifed with lanthanum.** *Chemical Engineering Journal*, v.270, p. 140–149, 2015.

GUPTA, V.K. Application ofl ow-cost adsorbents for dye removal **– a review.** *J.Environ.Manage*. v.90, p. 2313–2342, 2009.

IGUNNU, E.T.; CHEN, G.Z. **Produced water treatment technologies**. *Int. J. LowCarbonTechnol***,** v.9, p.157–177, 2012.

JIMÉNEZ, S.; ANDREOZZI, M.; MICÓ, M.M.; ÁLVAREZ, M.G.; CONTRERAS, S. **Produced water treatment by advanced oxidation processes**. *Sci. Total Environ*, v. 666,p.12–21, 2019.

KUNZ, A.; ZAMORA, P. P.; MORAES, S. G.; DURÁN, N. **Novas tendências notratamentode efluentes têxteis**. *Química Nova*, v.25, p.78-82, 2002.

MARCELINO, R. B. P; FRADE, P. R.; AMORIM, C. C.; LEÃO, M. M. D. ***Tendências e Desafios na aplicação de Tecnologias avançadas para o tratamento de efluentes industriais não biodegradáveis***: Atuação do Grupo de Pesquisa POA Control da UFMG. *RevistaUFMG*, v. 20, n. 2, p. 358-383, 2013

MONTANHERA, M. A; PEREIRA, E. A; SPADA, E. R; PAULA, F.R. **Influência percentual de fase anatase/ rutilo na eficiência fotocatalítica do TiO2 sintetizado quimicamente.** *Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais*. Natal,Rio Grande do Norte, 2016.

NASCIMENTO,S.S.;SILVA,S.F.;SANTOS,A.V.;SOUZA, M.O.G. Síntese e caracterização de compósitos de dióxido de titânio e semente de manga para fotocatálise.*Brazilian Journal of Development.* Curitiba, v. 6, n.12, p.99210- 99222, 2020.

NOGUEIRA, R. P. F.; JARDIM, W. F. **A fotocatálise heterogênea e a sua aplicaçãoambiental.** *Química Nova*, v. 21, 1997.

OHAMA, Yoshihiko *et al*. Application of Titanium **Dioxide Photocatalysis to Construction Materials**. New York: *Springer*, 2011.

OLIVEIRA, S. P.; SILVA, W. L. L.; VIANA, R. R. **Avaliação da Capacidade de Adsorção doCorante Azul de Metileno em Soluções Aquosas em Caulinita Natural e Intercalada com Acetato de Potássio**. *Cerâmica*, v. 59, p. 338-344, 2013.

PINTO, C. S. ***Processo de obtenção, caracterização e aplicação em fotocatálise heterogêneados compósitos MgO-CeO2***. 2018. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, PatoBranco, 2018.

PREVOT, C. B.; BRUSSINO, M. C; PRAMAURO, V.; SAVARINO, P.; AUGUGLIARO, V.; MARCI. G; PALMISANO, L. **Photocatalytic Degradation of Acid Blue 80 in Aqueous Solutions Containing TiO2 Suspensions**. *Environmenat Sciense and Technology*, v.35, p.971-976, 2001.

SCHALENBERGER, S.M.; NASCIMENTO, M. S.; LOURENÇO, J. B.; SANTOS.C; BRUM, L. F. W.; SANTOS, J. H. Z.; SILVA, W. L.; POSSANI, G. **Synthesis,characterization and photocatalytic activity of doped photocatalysts for the degradation of rhodamine b dye *Disciplinarum***. *Scientia*. Série: Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 19,n. 2, p. 249- 266, 2018.

SILVA, C. M. A. *Metabólitos secundários de plantas do semi-árido de pernambuco – umainovação no controle de fitopatógenos*-.2013. Dissertação (Mestrado em Bioquímica e Fisiologia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

SILVA, L. *A*. ***Avaliação catalítica de ferro sobre carvão ativado oriundo da casca de amendoim na degradação do azul de metileno***. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 125 f. Salvador, 2014.

SONWANI, R. K.; SWAIN, G.; GIRI, B. S.; SINGH, R. S.; RAI, B. N**. A novel comparative study of modified carriers in moving bed biofilm reactor for the treatment of wastewater: Process optimization and kinetic study**. *Bioresource Technology* v. 281, p.335–342, 2019.

STROPA, M. J.; HERRERO, A. S.; CAVALHEIRO, SANTOS, S. A. L.; MACHULEK, A.; OLIVEIRA, L. C. S. **Membranas de boracha natural crua utilizados como suporte para partículas de Dióxido de titânio: Sintese, caracterização e avaliação térmica por TG-DTG e DSC**. Brazilian Journal of Thermal Analysis. Vol 5.N.1, 2016.

VALDMAN, E.; ERIJMAN, L.; PESSOA, F.L.P.; LEITE, S.G.F. **Continuous biosorption of Cu and Zn by immobilized waste biomass Sargassum sp**. *Process Biochemistry*, v.36,n.8-9, p.869-873, 2001.

VENTURA, A. **Os Compósitos e a sua aplicação na Reabilitação de Estruturas metálicas.** *Ciência & Tecnologia dos Materiais*, 2009.

VILAPLANA, F.; STRÖMBERG, E.; KARLSSON, S. **Environmental and resource aspects of sustaina-blebio composites. *Polymer Degradation and Stability*,** v.95, p. 2147-2161, 2010.

**CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA:** Técnico em Química pelo Colégio Profissional de Uberlândia (2008), Bacharel em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2010), licenciado em Química (2011) e Bacharel em Química Industrial (2023) pela Universidade de Uberaba (UNIUBE), em Ciências Biológicas (2021) e em Física (2022) pela Faculdade Única (FUNIP). Especialista em Metodologia do Ensino de Química e em Ensino Superior pela Faculdade JK Serrana em Brasília (2012), especialista em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro (2021), especialista em Ciências da Natureza e Mercado de Trabalho (2022) pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) e especialista em Química Analítica pela Faculdade Metropolitana do Estado de São Paulo (FAMESP) em 2023. Mestre (2015) e doutor (2018) em Química Analítica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Realizou o primeiro estágio Pós-Doutoral (de maio de 2020 a abril de 2022) e cursa o segundo estágio (2022- atual) na UFU com ênfase na aplicação de novos agentes oxidantes utilizando radiação solar para remoção de Contaminantes de Preocupação Emergente (CPE) em efluentes de uma estação de tratamento de esgoto. Atualmente é químico e responsável técnico pelos laboratórios da Unicesumar/Polo Patrocínio e professor do SENAI-GO. Atuando nas seguintes linhas de pesquisa: *(i)* Desenvolvimento de novas metodologias para tratamento e recuperação de resíduos químicos gerados em laboratórios de instituições de ensino e pesquisa; (*ii*) estudos de acompanhamento do CPE; (*iii*) Desenvolvimento de novas tecnologias avançadas para remoção de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (*iv*) Aplicação de processos oxidativos avançados ($H_2O_2$/UV C, $TiO_2$/UV-A e foto-Fenton e outros) para remoção de CPE em efluentes de estação de tratamento de efluentes para reuso; (*v*) Estudo e desenvolvimento de novos bioadsorventes para remediação ambiental de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (*vi*) Educação Ambiental e; (*vii*) alfabetização científica e processos de alfabetização na área de Ciências Naturais, especialmente biologia e química. É membro do corpo editorial da Atena Editora desde 2021 e já organizou mais de 70 e-books e publicou 40 capítulos de livros nas diferentes áreas de Ciências da Natureza, Engenharia Química e Sanitária/Ambiental, Meio ambiente dentre outras áreas afins.

## A



## B



## C



## D



## E

# QUÍMICA E TECNOLOGIA

## AVANÇOS QUE MOLDAM O MUNDO CONTEMPORÂNEO


www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br


Ano 2023

# QUÍMICA E TECNOLOGIA

## AVANÇOS QUE MOLDAM O MUNDO CONTEMPORÂNEO


www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br


Ano 2023